

Ce rapport est présenté tel qu'il a été reçu par le CRDI du(des) bénéficiaire(s) de la subvention accordée pour le projet. Il n'a pas fait l'objet d'un examen par les pairs ni d'autres formes de révision.

Le présent document est utilisé avec la permission de Coopérative des Ouvriers du Bâtiment (COB).

© 2010, Coopérative des Ouvriers du Bâtiment (COB).



C.O.B

Coopérative des Ouvriers du Bâtiment

Etudes – Diagnostic – Planification – Constructions – Aménagements – Prestations diverses

Titre :

PORTRAIT DES CONNAISSANCES SUR L'UTILISATION DE LA TERRE STABILISEE DANS
LE SECTEUR DU BATIMENT AU SENEGAL : Rapport technique final

L'institut de recherche : Coopérative des Ouvriers du Bâtiment (C. O. B)

Sicap Liberté 5 Face Villa N° 5328/M Tél : 33 824 12 19, BP : 17408 Dakar

Mail : apraoartisans@yahoo.fr

L'équipe de recherche :

- Mamour N'GALANE : Economiste, Coordonnateur de la recherche, Sicap Liberté 5 A, Villa 5345 L, Tel : 776591619, E-mail : mngalane@hotmail.com
- Jérôme N'ZALLY : Architecte, Chercheur., email : nzallyjr@yahoo.fr
Tél : 77 450 33 81
- Bachir DIOP : Dr Mouhamadou Bassir DIOP, Expert consultant
Coordonnées : 2, Cite des Enseignants du Supérieur, Apt C4 4 20, Fenêtre Mermoz, Dakar, Cell 77 520 49 42, Bur : 33 825 25 30
Email : mbdiop@ucad.sn
- Abdou GUEYE : Maître maçon, Président de la Coopérative des Ouvriers du Bâtiment. Sicap Liberté 5, villa 5328 N Dakar. Tél : 33 824 12 19
Email : apraoartisans@yahoo.fr

liberté 5 en face villa n° 5328/M Dakar - Tel : 33 824 12 19 BP : 17408 Dakar liberté

AGREMENT N° :07728 du 17 juillet 1990 NINEA : 004 1 088 - E-mail : apraoartisans@yahoo.fr

Mots clés :

Construction en terre stabilisée; Artisanat ; Geobeton ; Géodynamique ; Adobe ; Habitat ; Matériaux de construction locaux; adaptation au changement climatique ; Sénégal ; Formation; procédés techniques; secteur du bâtiment; crise du logement

Lieu de l'étude : Sénégal

Editeur : Coopérative des Ouvriers du Bâtiment (C.O.B)

Numéro de Subvention : 105935-001

Date de publication : 2010

Auteur du rapport: Mamour N'GALANE avec la collaboration de Baba Bodian consultant de la C O B.

Remerciements

La Coopérative des Ouvriers du Bâtiment (C. O.B) remercie très vivement le CRDI pour le financement de ce projet de recherche.

La C.O.B tient également à remercier particulièrement Nathalie Beaulieu pour son appui-conseil précieux et sa grande disponibilité tout au long de la conduite de cette recherche.

Table des matières

Table des matières-----	4
Sigles et acronymes-----	5
Introduction-----	7
I- Méthodologie adoptée pour la conduite de l'étude-----	9
II- La terre stabilisée dans le secteur du bâtiment au Sénégal-----	13
2-1- Historique de la construction en terre au Sénégal-----	13
2-2- Rappel de quelques définitions essentielles-----	13
2-3- Les différentes initiatives de recherche et les différentes vagues de vulgarisation-----	21
2-4- Evolution de la terre comme matériau de construction -----	26
III- Dynamique d'adoption des procédés techniques de terre stabilisée dans le secteur du bâtiment-----	28
3-1- Investigations réalisées sur l'adoption des procédés techniques de terre stabilisée dans le secteur du bâtiment-----	28
3-2- Facteurs favorables et facteurs non favorables d'adoption des procédés techniques de terre stabilisée dans le secteur du bâtiment-----	37
IV- Les conclusions et recommandations-----	39
V- Références bibliographiques et documentaires-----	41
Annexes : -----	45

Sigle et Acronymes

APRAO : Association pour la Promotion des Artisans et Ouvriers.

A S N : Association Sénégalaise de Normalisation

B A H S O : Bureau d'Assistance aux collectivités pour l'Habitat Social

B H S: Banque de l'Habitat du Sénégal

B R E D A : Bureau Régional pour l'Education en Afrique

B T C: Bloc en Terre Comprimée

B T S: Bloc de Terre Stabilisée

CEREEQ : Centre Expérimental de Recherche et d'Etudes pour l'Equipement

C O B: Coopérative des Ouvriers du Bâtiment

CRATerre: Centre International de la Construction en Terre

C.R.D.I : Centre de Recherche Développement International

C R H U A : Centre de Recherches pour l'Habitat l'Urbanisme et l'Architecture

D E V U: Direction des Espaces Verts Urbains

G A D E C : Groupe d'Action pour le Développement Communautaire

H I M O : Haute Intensité de Main d'Oeuvre

H L M : Habitation à Loyer Modéré

H Q E : Haute Qualité Environnementale

I C S: Industries Chimiques du Sénégal

I S T : Institut des Sciences de la Terre

I T B T P : Institut Technique de Bâtiment et des Travaux Publics

M T O A: Manufactures des Tabacs de l'Ouest Africain

O C D E : Organisation de Coopération et de Développement Economiques

O H L M : Office des Habitations à Loyer Modéré

O N G : Organisation Non Gouvernementale

O N U : Organisation des Nations Unies

P A G P F: Projet d'Appui aux Groupements de Promotion Féminine

SENAC- ETERNIT: Entreprise de Fibrociment

SOCOCIM : Société de Cimenterie implantée à Rufisque au Sénégal

U C A D: Université Cheikh Anta Diop

U N E S C O: Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture

UNESCO BRED: Bureau Régional de l'Unesco pour l'Education en Afrique

INTRODUCTION

L'un des maux les plus graves qui frappent plus de la moitié de la population en Afrique, de nos jours, est la crise du logement. Une bonne partie de cette population est concentrée autour des nouvelles villes, notamment dans des quartiers composés d'habitats spontanés, indécents, créés de toutes pièces.

Dans le cadre de la recherche de solutions pour pallier ces occupations anarchiques, l'Etat et les acteurs de l'habitat (les sociétés immobilières, les coopératives et autres organismes) produisent des habitations économiques, voire très économiques pour des fins de location-vente.

Nonobstant les efforts consentis, il est constaté qu'ils sont loin de satisfaire la moitié de la demande. En effet, le faible revenu des ménages ne permet pas de juguler à la fois les dépenses de consommation de plus en plus en hausse régulière et d'atténuer les prix de location ou d'achat des logements dont le coût de production justifie à priori le prix de vente autant inaccessible.

Ce coût élevé du logement est essentiellement dû à la part importante des matériaux de construction importés ou utilisant à quelque niveau de leur fabrication, de l'énergie industrielle.

Le prix de ces matériaux dépend donc du marché international constamment déstabilisé par la crise économique doublée de la crise de l'énergie ces dernières années. Pour produire un cadre de vie à moindre coût, il importe donc de contourner l'influence du coût de l'énergie en revalorisant les matériaux locaux de construction.

Ces matériaux locaux tels que la terre, les pierres, le bois etc. ont servi fidèlement dans la construction de l'habitat social depuis des millénaires.

De nos jours, il importe de revaloriser ces ressources en y associant de nouvelles technologies afin de se conformer aux exigences de délai, de coût et de qualité.

Chaque zone géographique offre des ressources en matériaux qu'il importe, avant toute chose, au concepteur en premier et à l'utilisateur en second, de connaître.

Depuis l'indépendance, les problèmes liés à l'habitat se posent avec beaucoup d'acuité. Pour faire face à cette demande qui ne cesse de croître de jour en jour, les promoteurs immobiliers se sont attelés à l'aménagement des espaces fonciers en vue d'une commercialisation, mais cette promotion immobilière connaît actuellement des problèmes liés :

- à la rareté des réserves foncières qui sont actuellement épuisées ;

- à la non implication de l'Etat qui ne subventionne pas les travaux de viabilisation ;
- aux réseaux d'adduction d'eau et d'électrification, qui réalisés dans le cadre du programme tombent dans le patrimoine des concessionnaires qui ne contribuent pas à ces dits travaux.

Tous ces facteurs contribuent à un renchérissement des coûts de sortie des logements car la totalité des frais afférents au foncier, à la réalisation des réseaux adduction d'eau et d'électrification, de voiries ainsi que la construction et les autres charges sera répercutée sur les coûts de vente des logements. De ce fait à la commercialisation, les bâtiments risquent d'être chers pour le commun des Sénégalais.

Dés lors, il s'est révélé urgent de réfléchir sur les voies et moyens de réduire les coûts de construction par la promotion du géobéton.

C'est dans le courant des années 1950 que les études de DREYFUSS ont montré la possibilité de construire en Afrique de l'ouest des bâtiments économiques et durables en utilisant des blocs graveleux latéritiques stabilisés au ciment ou à la chaux, connus sous le nom de géobéton

Les bâtiments construits à cette époque en Côte d'Ivoire et dans quelques pays de la sous région notamment au Sénégal dans les régions de Thiès et Ziguinchor sont d'ailleurs en bon état plusieurs années après leur construction.

Cette technique est aussi répandue à une échelle moins grande en Afrique du nord et du sud, en Inde où le géobéton progresse de manière assez significative, ainsi que dans plusieurs régions aux Etats Unis.

L'intérêt de ce type de construction tient à ce que l'emploi du géobéton, sous réserve que les dispositions constructives adéquates soient respectées, permet de faire des économies conséquentes sur le ciment qui coûte très cher actuellement.

Etant donné que le ciment est un gros consommateur d'énergie, dans cette optique, le géobéton apparaît comme un matériau d'avenir pour les constructions économiques dans le cadre de programme immobilier au Sénégal du fait de la grande disponibilité du graveleux latéritique.

Le géobéton présente aussi des avantages importants en termes d'isolation thermique permettant aux populations des régions chaudes de mieux faire face aux températures élevées et aux vagues de chaleur qui ont tendance à devenir de plus en plus fréquentes avec le changement climatique.

La construction en terre demeure, et pour longtemps encore, le seul mode de construction logiquement et raisonnablement envisageable pour de nombreuses régions du continent qui ne disposent pas de ressources en matériaux en quantité

suffisante ou des moyens d'en acquérir pour assurer le logement de tous leurs habitants.

Vis à vis de l'acceptation sociale, toute construction neuve tient à deux facteurs : d'une part la durabilité de cette construction, et d'autre part les coûts par rapport à l'existant.

Cependant, construire en terre est à la fois séduisant et inquiétant. Séduisant car il laisse espérer de substantielles économies, inquiétant également par ailleurs, car il semble tourner le dos à la modernité et impliquer un retour aux matériaux précaires.

Les explications sur le sujet sont controversées à cause de quelques zones d'ombre dans la perception que les utilisateurs ou les décideurs ont de ces matériaux.

Dans le cadre de ce document, on tente de répondre aux questions suivantes :

- Quelles ont été les principales évolutions de la terre stabilisée au Sénégal, les efforts de mise en œuvre, de recherche et de vulgarisation ?
- Si ce type de matériau est si prometteur, quels sont les facteurs qui expliquent qu'il soit assez peu mis en œuvre actuellement dans le pays ?
- Quelles évolutions techniques et institutionnelles seraient-elles nécessaires pour permettre à la population sénégalaise de mieux en profiter ?

Le but de ce document est loin de se limiter à un simple transfert de connaissances, il se veut particulièrement un outil d'évaluation de l'avancée technologique de la filière terre en général et un instrument de prise en compte de l'état des lieux de la construction en terre au Sénégal.

Ce document est également un élément didactique pour la vulgarisation de la géodynamique qui se veut la technologie dernière née dans la grappe des variantes de la terre stabilisée du secteur des Bâtiments et Travaux Publics du Sénégal

I- METHODOLOGIE ADOPTEE POUR LA CONDUITE DE L'ETUDE

La mission a consisté à conduire une étude axée autour du portrait des connaissances sur l'utilisation de la Terre Stabilisée dans le secteur du bâtiment au Sénégal.

Pour cela, la C.O.B, tout en comptant d'abord sur son expertise interne, a fait appel à une expertise externe pour la réalisation des travaux constitués essentiellement :

- d'une revue littéraire des travaux antérieurs sur les matériaux de construction locaux dans le secteur du bâtiment au Sénégal et ailleurs ; inventaire des procédés techniques ;
- d'une enquête dans le secteur du bâtiment pour l'identification et la mise en exergue des erreurs commises et l'appréciation des difficultés d'adoption de certains procédés technologiques ;
- de la production d'un document de rapport détaillé du projet d'étude portant définition de la mission, la méthodologie adoptée pour conduire l'étude, les outils utilisés pour conduire l'enquête, les références des différents travaux et productions, une analyse prospective et méticuleuse des résultats de l'étude devant conduire à la formulation d'autres projets dans une dynamique de suivi et de logique d'intervention entrant dans le cadre de l'amélioration de la vulgarisation de la construction à partir de matériaux locaux et plus particulièrement avec la Terre Stabilisée.

Pour la réalisation des deux activités ayant fait l'objet du financement du CRDI, il a été commis une équipe de personnes ressources ainsi composée :

- un économiste suffisamment imprégné de la problématique posée et ayant une bonne connaissance du milieu artisanal et recelant des capacités de coordination de travaux d'étude ;
- un universitaire travaillant déjà sur la problématique et très au fait des questions de partenariat public-privé, de regroupement des acteurs, de partage de savoirs ;
- un chercheur indépendant du secteur du bâtiment travaillant déjà sur la problématique et très au fait des questions de partenariat public-privé, de regroupement des acteurs, de partage de savoirs .

La méthodologie adoptée a reposé sur les séquences et aspects suivants :

- visites de sites ;

- entretien avec les occupants de locaux en terre stabilisée ;
- entretien avec les promoteurs d'habitats en terre stabilisée ;
- entretien avec des ouvriers ayant participé à des constructions en terre stabilisée ;
- constitution de photothèques ;
- organisation de rencontres de feed-back et de partage dans les locaux de la COB ;
- partage de l'expérience de la COB sur la géodynamique ;
- recherche et analyse documentaires ;
- production et partage du canevas de rédaction du rapport ;
- production des différentes parties du rapport ;
- synthèse et production du rapport provisoire ;
- atelier de partage du rapport provisoire ;
- intégration des amendements et finalisation du rapport.

Les sites visités et pris en photo sont les suivants :



SINTHIOU BAMAMBE / REGION MATAM



Formation des artisans à Dioum avec ONG USE sur les techniques de fabrication de brique en terre stabilisée (Géodynamique)

II- LA TERRE STABILISEE DANS LE SECTEUR DU BATIMENT AU SENEGAL

Ce chapitre donnera d'abord un bref aperçu de l'évolution de la construction en terre stabilisée au Sénégal. Il procèdera ensuite à une définition des différents types de construction mentionnés puis à une description plus détaillée des différentes vagues de vulgarisation. Il se terminera avec des exemples de construction en terre stabilisée au Sénégal.

2-1- Bref aperçu de l'évolution de la construction en terre stabilisée au Sénégal

Au 20^{ème} siècle entre la fin des années « 60 » et le milieu des années « 90 », le concept de Technologies Appropriées appliqué dans le secteur du bâtiment a connu à la fois des réussites et des échecs. Ce fut une période où dans la plupart des pays du sud, l'espoir était entretenu de pouvoir résoudre une grande part des problèmes par l'appropriation de techniques.

Le Sénégal, pays côtier à la pointe occidentale du continent africain, n'était pas en reste et a connu des évolutions notables dans le développement de technologies de terre stabilisée.

Dans ce chapitre, nous traiterons des types de matériaux suivants, qui représentent une progression dans l'innovation pour solutionner des problèmes posés par les technologies existantes : la terre crue (le point de départ), les blocs de terre comprimée (BTC), le géobéton, la terre bicouche, l'ado béton et la géodynamique. Le tableau suivant présente une synthèse de ces types de produit à chaque époque, les principaux problèmes rencontrés et les mesures techniques et évolutions faites pour solutionner ces problèmes. Les sections suivantes du chapitre donneront de l'information plus détaillée permettant de mieux comprendre les expressions utilisées dans le tableau, notamment une définition des différents types de matériaux et les différentes vagues de recherche et de vulgarisation au Sénégal.

2.2 Définition des types de matériaux reliés à la terre stabilisée

L'adobe

C'est de la brique de terre crue séchée au soleil. Elle peut être façonnée à la main ou réalisée avec un moule. Pour augmenter sa stabilité, on y ajoute des fibres végétales généralement de la paille. Elle est très utilisée dans la quasi-totalité des régions du Sénégal. C'est un élément de construction très prisé, qui, une fois soumise à une forte cuisson se transforme en brique de terre cuite.

Dans la région naturelle de la Casamance, les blocs d'adobe sont posés sur une bonne fondation classique ou cyclopéenne. L'ensemble de la construction d'une bonne toiture débordante dont les pentes, est au minimum à 45° pour assurer une bonne évacuation des eaux pluviales.

Pour contribuer au développement de ce type de construction au Sénégal, il faudra former davantage les populations qui ont déjà acquis une expérience dans ce domaine en insistant sur les éléments de conception et l'utilisation de la bonne terre et du moule.

Le Géobéton

Par rapport à l'Adobe, le Géobéton a les caractéristiques suivantes :

- ajout d'un stabilisant, en général du ciment, parfois de la chaux ou du bitume, plus rarement d'autres produits comme la gomme arabique ou même des hydrophobants de synthèse. Le stabilisant améliore la durabilité à la pluie. Mais cette amélioration est toute relative et loin d'atteindre l'inaltérabilité (réelle ou supposée) des constructions en dur ; le stabilisant améliore aussi la résistance mécanique de la terre, surtout si celle-ci vient à s'humidifier.
- compression du matériau dans des presses, soit manuelle, soit plus ou moins mécanisée.

Au Sénégal le Géobéton a été le plus souvent fabriqué avec de la latérite stabilisée avec une teneur en ciment Portland variant entre 5 et 11 %. (50kg à 110 kg par tonne de mélange). Par comparaison, la teneur en ciment du béton de ciment « ordinaire » tourne généralement autour de 35%. Le mélange est compacté avec des presses

industrielles pour fabriquer des blocs dont les dimensions les plus répandues sont de 9 x 14 x 29.5 cm.

La géodynamique

L'expression « Géodynamique » en sciences de la terre se rapporte à l'étude des mouvements de la croûte terrestre. C'est aussi le nom qu'a choisi la C. O. B. dans les années '90 pour la technique de construction qu'elle a par la suite développée et vulgarisée. La géodynamique est basée sur le BTS mais avec certaines modifications. Alors que la composante « terre » du BTS au Sénégal a été principalement de la latérite, la géodynamique prône l'utilisation d'un mélange de latérite, de sable argileux et d'argile crue. Ceci donne au mélange plus de malléabilité et de cohésion et réduit la nécessité de compaction. Les blocs de géodynamique sont produits dans des moules fabriqués de manière artisanale en acier inoxydable sans utiliser de presse. Ils sont plus grands que ceux de BTS, leurs dimensions étant de 22 x 20 x 40cm, pour réduire le temps nécessaires pour les travaux de maçonnerie. Mais la technique de construction géodynamique ne se limite pas à la confection des blocs, elle inclut une série de techniques de construction pour garantir la stabilité des bâtiments. Celles-ci incluent l'utilisation d'un solage, l'armature du béton sur des ceintures horizontales et aux coins, l'enduit des murs extérieurs. La COB a élaboré un manuel de formation détaillée sur la confection des moules, des briques et sur la construction des édifices.

2.3- Les grandes vagues de mise en œuvre de la terre stabilisée au Sénégal

Depuis les années 50, avec les murets expérimentaux de **DREYFUS** au **CEREEQ**, ce pays a connu beaucoup d'expériences en matière de construction en terre. Cela s'explique par le fait que les acteurs du développement, notamment, publics, privés et organismes internationaux ont été sensibles au grand retentissement technologique.

Les moyens consacrés à la recherche et au développement aux expériences pilotes, à la publication d'ouvrages divers étaient conséquents. Les structures d'accueil de projet existaient réellement. C'est le cas avec l'habitat rural de l'ex **OHLM**, le

CRHUA, le **BAHSO**, l'**Ecole Polytechnique** de Thiès sans compter le **PAGPF** et le **GADEC** à Tambacounda entre autres.

Grâce à la construction en terre, des centaines voire des milliers de familles ont pu trouver un toit. Ce fut le cas des agents des cités Urbanisme de Guédiawaye, des employés de la **Cité MTOA à Thiès**, des travailleurs de la **Cité des Employés des ICS de Tivaouane**, entre autres.

Pour ce qui est des équipements, il est connu que l'**UNESCO BREDIA** a eu à construire à travers le pays des centres de formation au profit des jeunes. Il y a également la **Banque Mondiale** avec ses salles de classes, qui a eu à régler le problème de l'éducation tant crucial.

Les collectivités locales ne sont pas pour autant en reste, surtout avec la réalisation du **Centre Social de Derklé** dont l'excellent état et les degrés de confort (thermique et acoustique) sont plus qu'appréciables.

La récapitulation des logements réalisés au titre de l'habitat rural se présente comme suit :

REGION DE FATICK

Diaoulé (département de Fatick) : 80 logements

Passy (département de Foundiougne) : 06 logements

Colobane (département de Gossas) : 80 logements

REGION DE KAOLACK

Diya (département de Kaolack) : 06 logements

Prokhane (département de Nioro du Rip) : 08 logements

Keur Madiabel (département de Nioro du Rip) : 05 logements

Malème-Kodar (département de Kaffrine) : 11 logements

Mbirkilane (département de Kaffrine) : 14 logements

Maka YoP (département de Kaffrine) : 11 logements

Nganda (département de Kaffrine) : 11 logements

REGION DE DAKAR

Bambilor (département de Dakar) : 32 logements

REGION DE DIOURBEL

Lagnar (département de Diourbel) : 04 logements

REGION DE THIES

Darou ICS (département de Tivaouane) : 02 logements

Thiadiaye (département de Mbour) : 15 logements

REGION DE SAINT-LOUIS

Mboudoum (département de Dagana) : 25 logements

REGION DE MATAM

Orkodiéré (département de Matam) : 23 logements

Les photographies suivantes présentent des exemples de constructions en terre stabilisée dans le sud du Sénégal :



Maison de la radio communautaire de BIGNONA



Habitation individuelle



Villa individuelle en cours de construction à Thionk ESSYL



Principe de pose d'une charpente



Principe de montage des murs



Ecole primaire d'une localité de BIGNONA



Villa individuelle

Cependant, il est à constater çà et là quelques anomalies liées à l'absence d'entretien des ouvrages. C'est notamment des fissures pour la plupart du temps et des problèmes liés à la détérioration ou à l'absence d'étanchéité.

Il a été noté d'autres désordres liés à la non protection des soubassements ou à l'affaissement des sols.

Pour certains ouvrages, des clefs d'arches commencent à céder, des fissures apparaissent au droit des fenêtres entre les linteaux et les murs.

Cela s'explique par le fait de l'application des différences de dosage au niveau de différents éléments constitutifs du bâtiment.

2-3- Les différentes initiatives de recherche et les différentes vagues de vulgarisation

Les différentes initiatives de recherche sur la terre stabilisée ont démarré depuis les années 50, avec les murets expérimentaux de **DREYFUS** au Centre expérimental de recherche et d'études pour l'équipement (**CEREEQ**).

Depuis cette date, les recherches sur la terre stabilisée se sont poursuivies à travers :

- le CEREEQ ;
- l'I. S. T. avec les travaux de recherche des enseignants, des étudiants;
- les réseaux de chercheurs travaillant sur le bâtiment et les travaux publics;
- les associations de techniciens et d'ouvriers du bâtiment ;
- les instituts de recherche ;
- les organismes d'appui au développement ;
- la C. O.B

Le travail de recherche et d'exploitation documentaire mené dans le cadre de l'étude a permis de recenser les travaux de recherche suivants :

- DREYFUS J. (1957).Manuel de la construction en terre stabilisée en Afrique Occidentale Française. Ed. Provisoire, série : ETUDES N°1, 84 p
- MAIGNIEN R. (1966) .Compte rendu des recherches sur les latérites
- Recherches sur les ressources naturelles, n°4, UNESCO Paris, 155p

- REMILLON A. (1966). Les recherches routières entreprises en Afrique d'expression française .Application à la conception et au renforcement des chaussées économiques. Annales de l'I. T. B. T. P. Mars -Avril 1967, N°231-232
- Vers une meilleure utilisation des ressources locales en construction : Centre de formation agricole à Nianing. UNESCO 1978 105 pages
- Les potentialités économiques du géobéton dans la production de l'habitat social. Projet SEN / 82/ 005
- Projet de fin d'études sur l'utilisation des matériaux locaux dans la construction de l'habitat économique par Joseph AHISSOU, Août 1993, 87 pages bibliothèque J. NZALLY.
- CEREEQ (1989) - Caractéristiques techniques du bloc geobéton : résultats des essais effectués au CEREEQ en Mars 1989,10p
- CISSE I. K et NDOYE M .A .Caractérisation physico-chimique des couches de bases en latérite ciment 10 p
- FRANCOIS N .A .J . (2001).Etude corrélative entre les propriétés géochimiques et les caractéristiques géo mécaniques des latérites .Diplôme d'études approfondies géosciences, option : sédimentaire, UCA D, Dakar ,54p.
- GRISAY Michel : Technologie du géobéton
- M'BENGUE A. R. (1996) .Béton à granulats de latérites : performances et intérêts économiques, Mémoire de fin d'études d'ingénieur I. S. T, UCAD Dakar ,76 p.
- MBOW B. M. (2002).Paramètres de rupture /caractéristiques de la latérite ciment : influences sur le dimensionnement routier. Applications aux tronçons routiers Thiés -Sindia et Séo -Diourbel. Mémoire de fin d'études d'ingénieur I. S. T, UCAD Dakar ,70 p.
- Norme Sénégalaise (1999) NS 02-044, NS 02-048, NS 02-053
- SANKHARE M. (1989) Les matériaux locaux (terre stabilisée) : bilan et axes stratégiques de promotion ,23 p.
- TARDY Y. (1993) Pétrologie des latérites et des sols tropicaux. Ed. masson ,459 p.

La vulgarisation de la terre stabilisée a reposé sur les canaux suivants :

- le milieu de la recherche ;
- le milieu universitaire (enseignement) ;
- les chantiers-écoles ;
- les programmes pilotes de construction en terre stabilisée ;
- les rencontres nationales et internationales de partage de travaux de recherche et études ;
- les salons consacrés à la construction.

La vulgarisation ne s'est pas effectuée de façon continue et dynamique du fait de divers facteurs bloquants :

- relâchement des activités de recherche du fait d'un manque d'intérêt ou d'absence de subventions ;
- ampleur et percée de la construction en ciment en milieu urbain ;
- cherté du matériel et des équipements nécessaires pour la construction en géobéton ;
- marginalisation d'une frange importante constituée par les ouvriers et techniciens du bâtiment. Ces ouvriers et techniciens n'ont pas encore suffisamment acquis l'expérience et les capacités techniques requises.

De l'exploitation de la documentation accessible, il peut être tiré les enseignements suivants sur la recherche et la vulgarisation :

- aujourd'hui, les recherches qui ont été engagées de manière intensive depuis les années 1950, ont permis de développer des techniques de production et de construction très performantes qui font que ce matériau peut être utilisé dans les stratégies de lutte pour l'accès au logement pour les populations à revenus faibles et moyens. A cela, il y a lieu d'ajouter le fait que le matériau peut en plus de ceci, être :
 - disponible localement et à moindre coût ;
 - le cadre propice (dans sa production et sa mise en œuvre) d'une utilisation intensive de la main d'œuvre ;

- une source d'économie d'énergie.
- la technique actuellement utilisée et la mise en œuvre de ce matériau la plus vulgarisée sont celle du bloc comprimé à l'aide d'une presse et communément appelé « bloc géobéton » du fait surtout de l'utilisation de la latérite comme matériau de base ;
- les thèmes de recherche portent surtout sur les aspects techniques et non sur les aspects psychologiques, sociaux, culturels, économiques, environnementaux et politiques ;
- la recherche est surtout in situ, autrement dit elle s'effectue en laboratoire et a une vocation académique ;
- les programmes pilotes de construction sont de faible portée sociale et n'impliquent pas beaucoup d'ouvriers et techniciens du bâtiment ;
- la plupart des canaux de vulgarisation ont un caractère élitiste, donc excluent d'office ceux qui sont appelés à mettre la main à la pâte ;
- les rapports disponibles sont écrits dans un langage technique, difficilement accessible à une catégorie d'acteurs à majorité analphabètes et peu instruits ;
- la recherche et les objectifs de la vulgarisation ne sont pas bien orientés vers une dynamique de promotion soutenue de la construction en terre stabilisée à grande échelle.

Dans les années 90, la C.O.B à l'instar des organismes de recherche a eu à procéder à une critique complète des actions entreprises pour améliorer le matériau de construction « terre » en se posant la question suivante: que veulent les différents intervenants dans la construction, à commencer par le moins écouté d'entre eux : le consommateur?

Cette démarche de type analyse de la valeur a conduit à distinguer trois groupes d'intervenants :

- les autorités politiques et administratives ;
- les professionnels de la construction ;
- les occupants.

Il s'est avéré alors que chacun d'eux avait un souci principal bien spécifique et qu'il se déclinait, avec des intensités variables, selon trois domaines bien distincts :

- les aspects psycho-sociaux ;
- les aspects économiques ;
- les aspects techniques.

Ces divers éléments sont regroupés ci-dessous dans le tableau des souhaits des principaux intervenants, le chiffre apparaissant dans les différentes cases représentant le niveau de priorité donné à l'aspect considéré.

Sur ce tableau, il est noté que la hiérarchie des souhaits n'est pas identique pour les trois catégories d'intervenants :

- pour les deux premières catégories (professionnels et autorités), ce sont plutôt les aspects économiques qui sont prépondérants, les autres aspects venant ensuite ;
- pour la catégorie des occupants, les aspects psycho-sociaux sont légèrement prédominants, les aspects économiques et techniques venant juste après.

Grâce à cette analyse participative, il a été possible d'établir un véritable cahier des charges fonctionnel de la solution technique à mettre au point pour que les constructions en terre puissent voir leur qualité s'améliorer tout en restant accessibles à un grand nombre de ceux qui bâtissent de façon traditionnelle.

A partir de là, les grandes caractéristiques de la géodynamique sont apparues.

Tableau : Priorités de construction pour différents types d'intervenants

Intervenants	Occupants	Professionnels de la construction	Autorités politiques et administratives
Souci majeur Aspects principaux	Disposer d'un logement digne et financièrement accessible	Exercer une activité rentable et fiable	Susciter l'espérance économique
Aspects psycho-	Construction	Construction donnant une	Construction de qualité

sociaux	donnant une image sociale valorisante vis-à-vis du voisinage	image professionnelle valorisante vis-à-vis des clients potentiels	et utilisant des technologies à fort potentiel médiatique
Aspects économiques	Construction faisant appel à des technologies peu coûteuses et permettant une participation personnelle	Construction faisant appel à des technologies rentables ou une partie des tâches ne peut être faite que par des professionnels	Construction faisant appel à des technologies favorisant l'approche « Haute Intensité de Main d'œuvre (HIMO) » et préconisant l'utilisation d'un maximum de matériaux locaux et produits localement fabriqués (Second œuvre)
Aspects techniques	Construction durable avec entretien minimal et réalisable personnellement	Construction faisant appel à des technologies fiables et normalisée (la norme des BTS existe à l'ASN, cependant la spécificité de la géodynamique recommande qu'elle soit soumise à la même procédure d'agrément car elle est mature)	Construction faisant appel à des technologies arrivées à maturité

Quels ont été les projets au cours desquels la C.O.B a pu vulgariser la géodynamique ?

2.4- Des exemples d'efforts de vulgarisation au niveau international

À l'île de Mayotte, deux ans ont été nécessaires pour convaincre les paysans de construire en terre. L'administration a donné l'exemple en construisant en terre des coopératives, des écoles, des dispensaires, des logements pour fonctionnaires.

Entre 1980 et 1988, 5000 logements, 500 équipements collectifs ont été construits par les habitants et les artisans locaux. Huit millions de blocs de terre ont été produits jusqu'à présent.

Plusieurs mouvements coexistent :

- d'une part la restauration du patrimoine est l'occasion de reconstruire "à l'ancienne" des bâtiments ou des portions de bâtiment. Des maisons particulières sont aussi construites "à l'ancienne" par/pour des passionnés d'authenticité ;
- la construction terre est une des techniques utilisées par l'auto-construction, qui reste très marginale dans les pays riches et qui commence à disparaître dans les villes des pays pauvres ;
- l'approche H Q E qui se développe en architecture depuis les années 1990 utilise la terre crue, pour des raisons écologiques, économiques, éthiques et de confort pour en arriver à produire une architecture bioclimatique. A travers cette approche, les constructions en terre d'aujourd'hui mêlent les matériaux traditionnels et les matériaux modernes : terre, béton, verre... pour augmenter les performances de résistance, de stockage de la chaleur, pour améliorer la luminosité, etc. Ces maisons sont adaptées au confort et leurs études requièrent la participation de diverses compétences d'où de plus en plus la mise en place d'équipes pluridisciplinaires ;
- enfin, des expériences sont tentées d'enrichir le matériau terre crue par des composés non utilisés traditionnellement, le ciment par exemple ou par des procédés de compression "forte" (BTC).

Des organisations et pays (Régions, États, Europe, UNESCO, etc.) ont consacré des fonds pour la recherche sur ces techniques et différents mouvements et pour la diffusion du savoir.

C'est en multipliant les expériences comme celle de l'Isle d'Abeau que l'on parviendra à convaincre l'ensemble des intervenants que ces constructions sont valables techniquement et économiquement.

C'est l'objectif que se fixe le groupe CRA Terre, Centre international de la construction en terre, créé en 1979, regroupant dix-sept spécialistes d'origine internationale, qui a son siège à Grenoble et qui consiste à :

- développer les recherches et les applications dans le domaine de l'habitat économique ;
- approfondir les connaissances sur le matériau terre et les diverses techniques de construction ;
- développer des formations spécialisées.

Il existe depuis 1988, une seule école, de niveau universitaire dans le monde, s'occupant de l'enseignement de la construction en terre, c'est l'école d'architecture de Grenoble.

L'observateur attentif reste toutefois surpris par l'état du patrimoine en terre crue en Afrique et en Europe, mais aussi par la faiblesse du nombre de bâtiments neufs (comparativement plus nombreuses en Amérique du Nord, par exemple).

III- DYNAMIQUE D'ADOPTION DES PROCÉDES TECHNIQUES DE TERRE STABILISÉE DANS LE SECTEUR DU BATIMENT

3-1- Investigations réalisées sur l'adoption des procédés techniques de terre stabilisée dans le secteur du bâtiment

Méthodologie d'investigation : visites de sites et administration de guides d'entretien différenciés

Sites visités

Annexe 2 : Sites visités

- Site Liberté 6
- Site Sacré-Cœur III
- Site HLM Grand Yoff
- Site Thiès
- Site Saint-Louis
- Site Louly (Mbour)

Guides d'entretien différenciés

Bénéficiaires de maisons en géobéton :

- Identification du site et du bénéficiaire
- Programme de construction ayant promu ce procédé de construction
- Age des locaux
- Raisons ayant conduit à porter votre option sur ce procédé de construction
- Avantages réels constatés
- Inconvénients décelés
- Rapport avantages sur inconvénients
- Existence de solutions pour résoudre les problèmes rencontrés ?
- Faisabilité des solutions ?
- Leçons à tirer par rapport à l'option

Promoteurs programme de construction en géobéton :

- Historique et genèse du programme
- Facteurs favorisants
- Importance du programme
- Obstacles et limites
- Avantages du côté des bénéficiaires
- Inconvénients du côté des bénéficiaires
- Capacités à accompagner et assister les bénéficiaires
- Leçons à tirer de l'expérience

Ouvriers et techniciens impliqués dans les programmes de construction en géobéton

- Profil à l'entrée
- Conditions de travail
- Avantages tirés
- Problèmes rencontrés
- Appréciation niveau de satisfaction des bénéficiaires
- Leçons à tirer de l'expérience vécue
- Principaux résultats des recherches menés sur la base des guides d'entretiens administrés

Résultats des investigations à la suite des entretiens et visites de sites

Bénéficiaires de maisons en géobéton

Identification du site et du bénéficiaire

Sites	Bénéficiaires
Liberté 6	Famille TOURE Famille GAYE Villa 6452
Sacré Cœur III	Famille WADE
Grand Yoff	Famille MBEGUE
Thiès	Famille NIANG, Quartier 10ème Famille DIALLO, Quartier SOME Famille ALAO Clinique au centre ville Villas Cité Parcelles Assainies Famille BOCANDE, Quartier Diakhao
Mbour	Prototype de case polyvalente à Louly

Saint-Louis/Hydrobase	Centre social Famille NDIAYE
-----------------------	-------------------------------------

Programme de construction ayant promu ce procédé de construction

Il s'agit de programmes d'habitats sociaux pour faciliter l'accès à un logement à moindre coût aux populations, tout en cherchant à leur offrir certaines commodités.

Age des locaux

A l'exception du programme d'habitat social de Sacré Cœur III (1990), tous les autres programmes ont démarré en 1980.

C'est dire donc que les réalisations visitées ont entre 14 et 30 ans d'âge.

Raisons ayant conduit à porter votre option sur ce procédé de construction

- Coût de construction minimisé
- Durabilité des constructions
- Aspect esthétique
- Préservation environnement (avec moins de ciment et de fer, on pollue moins)
- Préservation santé (pas de dioxyde de fer, donc moins de chaleur)
- Fraîcheur à l'intérieur

Avantages réels tirés

- Fraîcheur à l'intérieur là où le toit est élevé (ce n'est pas le cas de certaines villas à Grand Yoff)
- Préservation environnement
- Préservation santé

Sur les autres avantages attendus, il n'y a pas l'unanimité. Au contraire, il est relevé de très grandes déceptions.

Inconvénients décelés

- Forte porosité des murs (beaucoup d'eau)
- Fissures au niveau des murs (problème de cohésion au niveau des briques)
- Forte détérioration de certains murs
- Trous sur les murs surtout à Saint-Louis
- Affaissement des angles de certains bâtiments (problème de chaînage des poteaux avec du béton et du ciment)
- Echo gênant à l'intérieur de certains bâtiments (problème lié à la coupole)
- Ruissellement continu en période de pluies (problèmes de pente, de remblai)

Rapport avantages sur inconvénients

Parmi les bénéficiaires rencontrés, les $\frac{3}{4}$ sont d'avis que les inconvénients sont plus importants que les avantages tirés. Cela est d'ailleurs confirmé par les situations observées sur le terrain :

- Des déménagements de locataires
- Des maisons en géobéton entièrement détruites à Saint-Louis (constructions classiques reprises à la place des bâtiments fortement dégradés du fait de la proximité de la mer)
- Des modifications importantes apportées à la structure de certains bâtiments (carrelage, peinture, remblai en béton des toits, élévation des toits, etc.)

Existence de solutions pour résoudre les problèmes rencontrés ?

Il s'agit juste de solutions au cas par cas imaginées par chaque bénéficiaire pour résoudre le ou les problèmes rencontré (s) :

Les solutions courantes mises en œuvre sont :

- Le carrelage ou le remblai des toits où l'eau suinte
- Le redressement des pentes
- La modification de la coupole
- L'élévation du toit ou la reprise de la tuile
- La peinture à l'huile ou le carrelage des murs

Faisabilité des solutions ?

La faisabilité des solutions bute à un certain nombre de facteurs limitants :

- La disponibilité de moyens humains qualifiés
- Le pouvoir d'achat limité du bénéficiaire

Leçons à tirer par rapport à l'option

Les bénéficiaires rencontrés ont tiré les leçons suivantes :

- Un programme d'habitat social sur le géobéton ne s'improvise pas
- Le site d'accueil des réalisations doit être bien cerné et tous les aspects pris en compte
- Le soutien de l'Etat et des banques/partenaires financiers doit être effectif et durable
- Un bon programme de communication doit être développé pour que les bénéficiaires n'aient pas le sentiment d'être abusés.

Promoteurs programme de construction en géobéton

Historique et genèse du programme

Il s'agit pour la plupart de programmes issus des politiques promues par ONU Habitat et qui sont encadrées soit par la Direction de l'Urbanisme, soit par des ONG.

Ces programmes ont également bénéficié du soutien financier de la Banque de l'Habitat du Sénégal.

Facteurs favorisants

En termes de facteurs favorisants, on peut mentionner :

- La volonté politique de l'Etat
- Le soutien et l'accompagnement de la Banque de l'Habitat du Sénégal
- La création de SENAC ETERNIT à Sébikotane, spécialisée dans la fabrication de briques en géobéton et d'une autre entreprise identique à Kaolack

- L'existence d'ONG dont le domaine d'intervention principal est la promotion du géobéton
- L'existence de techniciens spécialisés en géobéton
- La cherté des constructions classiques
- Les préjugés favorables en termes d'avantages énormes à tirer
- La disponibilité des matériaux
- L'accès relativement facile à l'équipement (presses, etc.)

Importance du programme

Il s'agit de :

- Villas témoins (villas réalisées pour attirer le maximum d'acquéreurs)
- Logements réalisés sur commande de particuliers
- Bâtiments réalisés pour les services étatiques, les ONG, les collectivités locales

Des ateliers de fabrication (brique, soudure) sont installés à côté de certains sites et ont beaucoup contribué à la vulgarisation des constructions en géobéton.

Obstacles et limites

- Concurrence des industries de ciment déployant souvent une mauvaise publicité sur la construction en géobéton
- Appui éphémère et peu consistant de l'Etat et des autres partenaires
- Equipement et matériel importé, lourd et assez coûteux
- Manque d'ouvriers qualifiés
- Manque de sérieux de certains ouvriers et techniciens
- Déficit de communication
- Recherche d'économies substantielles sur les constructions
- Tricheries des ouvriers dans le dosage
- Non prise en compte de l'aspect tamisage de la latérite avant le mélange

- Modifications apportées sur la structure des bâtiments sans l'avis des techniciens
- Bénéficiaires non formés pour assurer l'entretien correct des bâtiments

Avantages du côté des bénéficiaires

- Coût de construction plus abordable
- Confort climatique
- Esthétique des bâtiments

Inconvénients du côté des bénéficiaires

- Lenteurs dans la construction (certains sites éloignés des zones de relèvement de la latérite)
- Une diversité de problèmes signalés : ruissellement, écho gênant, fissures, trous dans les murs

Capacités à accompagner et assister les bénéficiaires

Quand les programmes prennent fin, les techniciens et ouvriers impliqués ne sont plus accessibles.

Leçons à tirer de l'expérience

Quelques leçons peuvent être tirées :

- La construction en géobéton doit être une option nationale fortement affirmée par les pouvoirs publics et les partenaires
- De tels programmes méritent d'être subventionnés pour profiter au plus grand nombre
- Un programme soutenu de communication est nécessaire
- Il ne s'agit pas de faire des commandes de briques pour s'assurer une construction en géobéton réalisée dans les normes requises
- L'appui des syndicats d'ouvriers est nécessaire pour impulser les constructions en géobéton

- On a besoin d'ouvriers et de techniciens qualifiés et sérieux pour assurer des constructions en géobéton de qualité

Ouvriers et techniciens impliqués dans les programmes de construction en géobéton

Profil à l'entrée

Il s'agit de :

- Non initiés cherchant du travail rémunéré
- Mouleurs
- Maçons
- Techniciens du bâtiment
- Ingénieurs

Conditions de travail

Les conditions de travail sont déplorées par les ouvriers rencontrés qui estiment qu'à cause de la recherche d'économies substantielles, tout n'a pas été mis au point dans les normes requises par les promoteurs.

Ainsi, il est déploré :

- Le choix « fourre tout » de main d'œuvre
- Le niveau faible de rémunération
- La quantité de ciment, de latérite utilisée pour la confection des briques
- La qualité du remblai des toitures
- Le temps de tamisage limité de la latérite
- Le type d'équipement utilisé pour la confection des briques

Avantages tirés

- Apprentissage du métier
- De nouvelles capacités professionnelles acquises

- De nouveaux contacts professionnels noués

Problèmes rencontrés

Complaintes des bénéficiaires au cours des constructions

- Reprises de travaux
- Ruptures de matériaux

Appréciation niveau de satisfaction des bénéficiaires

C'est un aspect difficile à apprécier car cela dépend de plusieurs paramètres :

- Niveau d'empressement du bénéficiaire à disposer de son logement
- Exigences techniques et esthétiques du bénéficiaire
- Appréciation du bénéficiaire au début (bâtiments terminés) et appréciation quelques années plus tard

Leçons à tirer de l'expérience vécue

Les leçons qu'on peut tirer sont les suivantes :

- Les promoteurs doivent être sérieux
- Les bénéficiaires doivent être patients
- L'équipement doit être adapté
- Le choix de la main d'œuvre doit se faire de façon plus rigoureuse.

3-2- Facteurs favorables et facteurs non favorables d'adoption des procédés techniques de terre stabilisée dans le secteur du bâtiment

Facteurs favorables

- Disponibilité du matériau terre au niveau de plusieurs sites recensés
- Qualité du matériau terre au niveau de chaque site, connue à la suite d'essais probants
- Normes de construction systématisées et adoptées
- Ressources humaines qualifiées disponibles

- Existence de presses locales fabriquées à la suite de transfert de technologies
- Confort climatique et durabilité de certaines constructions attestées par des bénéficiaires.

Facteurs défavorables

- Préjugés culturels et sociaux plus favorables aux constructions en ciment
- Défaut de maîtrise technique des procédés de construction
- Coût de construction et d'entretien presque égal ou supérieur aux constructions en ciment
- Niveau actuel de dégradation accentuée des constructions en terre sur divers sites
- Non respect des normes de construction pour des raisons de recherche de gains substantiels ou d'ignorance technique
- Concurrence sournoise menée par les sociétés de production de ciment
- Absence d'appuis politiques, financiers conséquents
- Faible implication des ouvriers et techniciens du bâtiment.
- Distance importante entre Dakar et les carrières de latérite les plus proches, qui se trouvent à Thiès

C'est la prépondérance et la ténacité des facteurs défavorables qui ont conduit des ouvriers regroupés autour de la C O B à expérimenter dans les années '90 la géodynamique.

3.3- Discussion sur le thème des facteurs défavorables

La construction en terre s'enseignait de manière informelle jusqu'à une date récente. Ainsi, le savoir faire se transmettrait de père en fils c'est-à-dire de génération en génération.

Ce type de construction nécessite, aujourd'hui, une qualification poussée:

- la volonté politique qui encourage l'innovation;
- la présence de promoteurs qui veulent construire;
- l'expertise d'architectes et d'ingénieurs spécialisés;

- l'existence d'industriels qui fabriquent le matériel;
- la disponibilité d'entreprises de construction qualifiées.

Tel que mentionné au chapitre II, Il existe depuis 1988, une seule école, de niveau universitaire dans le monde, s'occupant de l'enseignement de la construction en terre, c'est l'école d'architecture de Grenoble.

Du point de vue des forces économiques, les freins à cette évolution sont puissants : les grandes puissances industrielles, les multinationales qui produisent du ciment, du verre, de l'acier, de l'aluminium n'ont pas intérêt à ce que la construction en terre crue progresse dans le monde car c'est autant de produits qu'elles ne vendront pas.

Du point de vue de la volonté politique, le Tiers monde est le plus concerné par ce type de construction. Dans les dernières décennies, l'aide financière des pays riches l'a poussé à installer des cimenteries. Aujourd'hui, on l'encourage à revenir aux techniques traditionnelles, retour qui n'est pas évident.

IV- CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

De l'étude des contraintes et facteurs facilitants, nous pouvons conclure que l'évolution technologique de la géodynamique permet de surmonter des contraintes présentées par les variantes précédentes du béton en terre stabilisée, surtout pour l'habitat rural. Il permet de surmonter la difficulté d'accès aux presses industrielles ou mécaniques en annulant la nécessité de recourir à des presses. Il permet de surmonter des problèmes de stabilité et de résistance à l'eau en proposant des techniques de construction adaptées (utilisation d'un solage, armature du béton sur des ceintures horizontales et aux coins, enduit des murs extérieurs)

Il existe toutefois encore du potentiel pour le béton de terre stabilisée traditionnel, i.e. avec presses, puisqu'il permet probablement (mais il faudrait le vérifier) d'obtenir de meilleures résistances que la géodynamique, et peut être utilisé dans l'habitat urbain. Mais son emploi rencontre un certain nombre d'obstacles :

- la fraction granulaire recommandée par la norme (<5mm de diamètre) n'est pas très représentative pour nos carrières réputées graveleuses,
- la technologie de construction est mal maîtrisée par nos entrepreneurs,
- construire en terre pour certains signifiera retour en arrière.

Les résistances exigées sont contrôlées par trois facteurs : la texture de la terre, la nature du stabilisant et le type de compression. Nous recommandons donc:

- une meilleure étude texturale des carrières ;
- une uniformisation du type de presse à utiliser et des pressions à appliquer ;
- une revue du fuseau granulaire recommandée par l'ASNORM.

Il subsiste encore de nombreux obstacles institutionnels. Pour les surmonter, nous recommandons

1. à l'état de mettre l'accent sur les politiques pouvant garantir la sécurité d'occupation du logement ;
2. à l'exemple de la C O B et de l'Institut des Sciences de la Terre, poursuivre des travaux de recherche et de développement centrés sur les technologies et matériaux de construction adaptés à notre pays en tenant compte de la disponibilité des matériaux.
3. de favoriser les initiatives de vulgarisation de la population sur les avantages de la construction en terre stabilisée
4. de favoriser les initiatives de formation des ouvriers et des entrepreneurs dans les techniques les plus prometteuses.

Faisant prévaloir l'auto-promotion des populations organisées en coopératives, l'utilisation de la formule Haute Intensité de Main d'œuvre (HIMO) pourra être préconisée à cause de certaines valeurs encore préservées dont la solidarité entre autres. Dans ce cadre, l'État devra s'orienter vers la création d'emplois dans les pôles secondaires afin de soutenir le développement de l'habitat rural. Il devra également se prévaloir d'une vision prospective de l'espace rural (savoir anticiper sur les besoins spatiaux).

L'État, en assurant la promotion des matériaux locaux pourra implanter dans les centres secondaires un ensemble d'unités de production propres aux activités préconisées par et pour les populations. Il s'agira de préconiser le développement des filières existantes dans la production des logements en utilisant un ensemble de technologies basé à la fois sur le savoir-faire des populations et sur les ressources disponibles à tous les niveaux du pays. Ces niveaux sont variables en fonction des matériaux existants et traduisent à la fois la richesse et la disparité des matériaux existants au Sénégal.

L'État devra mettre l'accent sur la concertation là où le besoin se fait sentir et cela en fonction des aspirations des populations. Cela veut dire impliquer les populations depuis la prise de décision jusqu'à la construction des équipements en passant par la formation. Cette approche intégrale participera non seulement à la création d'emplois, à l'amélioration du cadre de vie mais également à la cogestion du terroir.

La terre stabilisée peut contribuer à la fois à l'atténuation et à l'adaptation aux changements climatiques. En effet, en réduisant la consommation d'énergie nécessaire à la production de ciment et en réduisant les besoins des habitants en climatisation, elle peut contribuer à la diminution des émissions de gaz à effets de serre. Elle peut aussi permettre aux populations de mieux faire face aux températures très élevées qui sont de plus en plus fréquentes dans nos régions. Ceci peut être un enjeu de taille étant donné l'engagement des pays membres de l'Organisation pour la Coopération et le développement économique (OCDE) à intégrer l'adaptation aux changements climatiques dans les programmes de développement et les stratégies de lutte contre la pauvreté.

V Références bibliographiques et documentaires

- **BT Magasine Documentaire sur les maisons en terre hier et aujourd'hui n° 1002.**
Simone BERTON et Nicole DUPRE avec la collaboration de CRATerre 45 pages
bibliothèque J. NZALLY.

- **CEREEQ** 1989.Caractéristiques techniques du bloc géobéton: résultats des essais effectués au CEREEQ,10p.
- **CISSE I. K et NDOYE M .A** .Caractérisation physico-chimique des couches de bases en latérite ciment 10 p.
- CRATerre, P. DOAT ; A. HAYS ; H. HOUBEN ; S. MATUK et F. VITOUX.
Construire en terre ,Collection an architecture
- **CRATerre. (1989)** Traité de construction en terre. Ed Parenthèses ,129 p.
- **CRATerre, MISEREOR**, 1993. Blocs de Terre Comprimée : Manuel de Conception et de Construction, Allemagne,
- **CRATerre-EAG (P.Doat, A.HAYS, S.MATUK)** 1985. Construire en terre. éditions Alternatives, Paris, France,
- **CRATerre-EAG (D.Belmans, M. DAYRE)**, 1982.Recommandations pour la conception des bâtiments du quartier en terre de l'Isle d'Abeau. AGRA , Plan Construction, Paris, France,
- **DREYFUS J. (1957)**.Manuel de la construction en terre stabilisée en Afrique Occidentale Française. Ed. Provisoire, série : ETUDES N°1,84 p.
- **FRANCOIS N .A .J . (2001)**.Etude corrélative entre les propriétés géochimiques et les caractéristiques géomécaniques des latérites .Diplôme d'études approfondies géosciences –option : sédimentaire, Univ, C .A. D. de Dakar ,54p.
- **GRISAY Michel** Technologie du géobéton
- **GUILLAUD Hubert** : Manuel de conception et de construction Volume II
- J. NZALLY. Décembre 2005 La construction en « matériaux locaux » : état d'un secteur à potentiel multiple Urs WYSS, Ing DIPL EPFL bibliothèque Ouagadougou 77 pages,
- J. NZALLY 1978 Vers une meilleure utilisation des ressources locales en construction UNESCO UNESCO Centre de formation agricole à Nianing. 105 pages,

- J. NZALLY. Les potentialités économiques du géobéton dans la production de l'habitat social. Projet SEN / 82/ 005, bibliothèque

- J. NZALLY. Rapport final sur la cession de formation du 06 au 21 Février 1989. CRHUA bibliothèque

. - J. NZALLY. Bâtir enterre Collection Technique Américaine CRET Collection Technique Américaine CRET bibliothèque 150 pages

- J. NZALLY Traité de construction en terre CRA Terre, bibliothèque

J. NZALLY. Août 1993 Projet de fin d'études sur l'utilisation des matériaux locaux dans la construction de l'habitat économique par Joseph AHISSOU bibliothèque 87 pages

- **La question des matériaux locaux en Afrique** : entretien de Stella Ayoko DOSSEH avec SESAME. [http : // www. ananzie.net](http://www.ananzie.net)

- **MAIGNIEN R. (1966)** .Compte rendu des recherches sur les latérites. Recherches sur les ressources naturelles, n°4, UNESCO Paris, 155p.

- **M'BENGUE A. R. (1996)** .Béton à granulats de latérites : performances et intérêts économiques .Mémoire de fin d'études d'ingénieur I. S. T., Univ, C .A. D. de Dakar ,76 p.

- **M'BOW B. M. (2002)**.Paramètres de rupture /caractéristiques de la latérite ciment : influences sur le dimensionnement routier. Applications aux tronçons routiers Thiés

- **Norme Sénégalaise (1999)** NS 02-044, NS 02-048, NS 02-053

- **REMILLON A. (1966)**.Les recherches routières entreprises en Afrique d'expression française .Application à la conception et au renforcement des chaussées économiques. Annales de l'I. T. B. T. P. Mars -Avril 1967, N°231-232, pp366-387.

- **REXCOOP** Guide pratique du géobéton

- **SANKHARE M. (1989)** Les matériaux locaux (terre stabilisée) : bilan et axes stratégiques de promotion ,23 p.

- **Sindia et Séo -Diourbel. Mémoire de fin d'études d'ingénieur** I. S. T., Univ, C .A. D. de Dakar ,70 p.

- **SIMONNET J. LBTP, 1979** Recommandation pour la conception et l'exécution des bâtiments économiques en géobéton, ABIDJAN, Côte d'Ivoire,

- **TARDY Y. (1993)** Pétrologie des latérites et des sols tropicaux. Ed. masson ,459 p.

ANNEXES

Annexe 1 : Fiche technique de construction en Géodynamique

Pour l'exécution des constructions en géodynamique, il est indispensable de disposer des éléments suivants :

1. Matériaux

- Sable argileux
- Limon (argile crue)
- Ciment (faible dose)
- Eau douce
- Latérite

2. Outillage

- Assortiment de pelles
- Pics
- Seaux
- Fûts d'eau

3. Equipement

- Support métallique de moules à brique
- Aire de stockage, préparée à cet effet
- Brouette métallique
- Ensemble de moulage comprenant :
 - 1 caisson
 - 1 piston d'angle, de linteau, de chaînage et de briques pleines
 - 1 tampon
 - 1 table support

- 1 plaque batte

Sécurité : le port de bottes en caoutchouc et de gants (à doigts séparés) est souhaité

Annexes 2 : Modules de formation en géodynamique

**MODULE 1 : REALISATION D'UN OUVRAGE METALLIQUE
SPECIFIQUE AU MOULAGE DE BRIQUE EN GEODYNAMIQUE**

MODULE 2 : TECHNIQUE DE MOULAGE EN GEODYNAMIQUE

MODULE 3 : ERECTION DE PANS DE MUR EN GEODYNAMIQUE

MODULE 1

**TITRE : REALISATION D'UN OUVRAGE METALLIQUE SPECIFIQUE AU
MOULAGE DE BRIQUE EN GEODYNAMIQUE**

1/DESCRIPTIF DU MODULE DE FORMATION

Particulièrement, ce module traite du **perfectionnement** des **menuisiers métallistes qualifiés** pour la réalisation d'un ouvrage métallique spécifique **au moulage de briques en Géodynamique** comprenant :

- caisson en acier inoxydable
- pistons pour briques creuses et pistons pour briques évidées en « U » continu
- table support de moulage et accessoires

2/PROFIL DE L'APPRENANT

Le module s'adresse particulièrement à des ouvriers qualifiés du secteur de la menuiserie métallique. Ils doivent être des **Maîtres Artisans** suffisamment expérimentés et avertis des techniques de transmission du savoir – faire.

Pour une bonne organisation de la session de formation, les participants doivent être regroupés durant les temps de travail dans une même Unité de production Artisanale – UPA - par groupe de (5) à (10) personnes.

3/APPROCHE PEDAGOGIQUE

L'étude de ciblage et de caractérisation des apprentis menée dans le cadre de la conception d'un processus adapté pour la prise en charge effective de la formation de ceux-ci par des organisations d'artisans, comporte une phase essentielle à savoir la conception d'un curriculum de formation et la production de modules à partir d'une approche déjà existante.

Il s'agit de l'approche par compétences, qui a été expérimentée au Sénégal par le PAFNA, avec des résultats très positifs, et qui sied le plus au secteur de l'artisanat.

L'approche par compétences en formation technique et professionnelle vise à harmoniser le mieux possible les trois facteurs clés que sont :

- le dispositif de formation
- le marché du travail et de l'emploi
- les besoins en main d'œuvre qualifiée

NB : une **compétence** confère à l'apprenant un pouvoir d'agir, de réussir et de progresser, ceci à partir d'un ensemble organisé de savoirs, et qui permet de réaliser adéquatement des tâches et activités de travail.

L'acquisition d'une compétence s'appuiera essentiellement sur :

- L'exploration : lien entre habilités acquises et habilités à acquérir
- L'apprentissage : conduite nécessaire au développement de l'habilité
- L'intégration : adaptation graduelle au milieu du travail
- Le transfert : transcription des acquis vers de nouveaux domaines d'apprentissage
- L'enrichissement : tendance vers l'autonomie dans l'exercice de la profession

4/MATERIELS ET MOYENS PEDAGOGIQUES

Les sessions et les séances de formation seront déroulées au niveau des unités de production artisanales – UPA - (atelier de travail) de la COB ou bien des artisans membres cooptés au sein des pools de compétences constitués autour de chaque corps de métier ciblé. Ainsi le matériel de travail qui sera utilisé sera celui trouvé sur place complété par l'apport de la COB. Ce module de formation sera le principal support pédagogique utilisé, et il pourra être complété par d'autres supports tels que des images, des illustrations, des dessins, des représentations graphiques, des cas pratiques. Les moyens pédagogiques sont constitués pour l'essentiel des équipements, du matériel, et de l'outillage de travail indispensables, disponibles dans l'unité de production artisanale ciblée.

5/EQUIPE PEDAGOGIQUE

L'équipe pédagogique est composée par les deux experts formateurs du Centre de Formation de Proximité de la COB, spécialisés dans l'éducation et de la formation technique professionnelle, et qui sont chargés de suivre et de superviser le processus de formation de la cible.

6/TAILLE DU GROUPE

Le nombre idéal par groupe d'artisans à former dans les techniques de transmission de savoir et autres, dans une même unité de production artisanale, sur le même thème, est de cinq (5) à dix (10).

7/DUREE DE LA FORMATION

La durée de la formation pour ce module est de 80 heures sur un rythme de (04) heures/jour pour un (1) mois.

NB : le temps nécessaire à la recherche de la matière d'œuvre (dans les parcs à ferraille) n'est pas compté dans la durée de la formation

8/MODE D'EVALUATION

L'évaluation du perfectionnement portera essentiellement sur la maîtrise des compétences acquises :

- Bonne maîtrise
- Moyenne maîtrise
- Insuffisance de maîtrise

9/SUIVI DE LA FORMATION

Le suivi **éventuel** de ce perfectionnement sera assuré par les deux formateurs endogènes suffisamment avertis du travail de l'acier inoxydable et des techniques connexes

Cette action de suivi sera menée au fur et à mesure du déroulement des opérations pratiques

Il sera envisagé pour une familiarisation avec la matière, des essais d'entraînement de soudage sur éprouvettes préparées à cet effet

10/LANGUE DE TRAVAIL

La langue de travail sera le français, cependant les formateurs utiliseront le wolof ou toute autre langue nationale pour une meilleure compréhension des participants

PRESENTATION DU MODULE DE PERFECTIONNEMENT		
TRAVAUX PRATIQUES	Réalisation d'un caisson et accessoires de moules pour briques en Geodynamique.	
SECTEUR	<u>Menuiserie Métallique</u>	Temps alloué global : 80 H

A/OBJECTIF GENERAL

Améliorer le rendement dans la fabrication de briques en terre stabilisée.

B/OBJECTIF SPECIFIQUE

Faciliter le démoulage des briques par le remplacement partiel de l'acier doux (anciennement employé) par l'acier inoxydable pour son état de surface.

C/COMPETENCES COMPLEMENTAIRES A DONNER AU PERSONNEL EXECUTANT

- Travail de la tôle inoxydable
 - o Technique usinage
 - o Technique façonnage
 - o Technique assemblage
- Technique de décodage de représentation graphique
- Calcul des cotes de fabrication dans les intervalles de tolérance

D/SECURITE

- Respect des consignes de sécurité et des règles d'hygiène ;
- Utilisation d'écrans isolants (Environnement)
- Port du matériel de protection du soudeur à l'arc
- Respect des règles d'hygiène et de sécurité

CONTENU ET COMPETENCES VISEES		
TRAVAUX PRATIQUES	Réalisation d'un caisson et accessoires de moules pour briques en Géodynamique.	
SECTEUR	<u>Menuiserie Métallique</u>	Temps alloué global : 80 H

MODULE DE PERFECTIONNEMENT	
INFORMATIONS TECHNOLOGIQUES	
Acquisitions au soudage de l'acier inoxydable et de notions technologiques	
SOUS SECTEUR	Menuiserie_Métallique
Temps alloué	04 heures

MODULE DE PERFECTIONNEMENT		
EXECUTION		
SOUS SECTEUR	Menuiserie_Métallique	
NATURE DES TRAVAUX PRATIQUES	TEMPS ALLOUES	
Fabrication d'un caisson de moule pour briques	20 H	
Fabrication du Piston évidé continu en « U »	16 H	
Fabrication de Piston de briques évidées « borgne » non débouchantes	20 H	
Fabrication table support de moulage et plaque tampon	20 H	

TABLEAU DE SYNTHESE DU MODULE DE PERFECTIONNEMENT	
TRAVAUX PRATIQUES	FABRICATION DE MOULE, ACCESSOIRES ET TABLE DE MOULAGE

SOUS SECTEUR	<u>Menuiserie Métallique</u>
Temps global alloué	80 H

	MODULE DE PERFECTIONNEMENT
TRAVAUX PRATIQUES	MATIERE D'OEUVRE INDISPENSABLE ET PERSONNEL EXECUTANT
SOUS SECTEUR	Menuiserie Métallique

A/Introduction

Après constat de difficultés observées au démoulage avec le moule fabriqué en tôle d'acier doux, le souci de facilitation du retrait des pistons et de la caisse oriente vers le choix de **l'acier inoxydable** qui présente lui, un état de surface bien polie, idéale au glissement (terre argileuse sur fer).

L'exécution de ce module de perfectionnement exige : matière d'œuvre, outillage, équipement et un personnel qualifié tel indiqué ci-dessous.

B/Matière d'œuvre indispensable

- Chute de tôle d'acier inoxydable 20/10 de (1.000 x 1.000)
- Chute de tôle d'acier inoxydable 40/10
- Fer rond de diamètre 16 Longueur 1.000 } en acier doux
- Cornière de 40 x 40 x 4 Longueur 1.500 }
- Plaque rectangulaire de : 200 x 150 x 10 (en acier inoxydable)
- Electrodes inoxydables diamètres 1,5 - 2,5 - 3,15
- Disques de tronçonnage diamètre 230 et diamètre 115

Observation :

Cette fabrication étant unitaire, la matière d'œuvre pourrait être recherchée dans les parcs à ferrailles. Toute partie du moule et accessoires qui ne seraient pas en contact direct avec la matière, pourrait être fabriquée en acier doux (**S 235**).

D/Outillage

- Meuleuse ébarbeuse GM
- Meuleuse ébarbeuse PM
- Marteaux divers + maillet de gros diamètre en bois ou en plastique
- Serre - joint (de taille moyenne)
- Tas cylindrique (rondin)
- Dégorgeoir (à fabriquer au besoin)

E/Equipements

- Etabli équipé d'un étau
- Poste de soudure à l'arc et accessoires (appropriés au soudage de l'acier inoxydable)
- Plieuse universelle (éventuellement) ou autre équipement approprié au besoin

F/Profil souhaité de l'exécutant (Maître Artisan)

Ce module particulier nécessitant plusieurs compétences s'adresse à un personnel suffisamment averti des techniques de :

- décodage d'une représentation graphique d'ouvrage ;
- d'usinage des métaux ;
- de façonnage manuel et mécanique ;
- d'assemblage mécanique et thermique ;
- de sécurité relative à l'exercice du métier.

INFORMATIONS TECHNOLOGIQUES	
MODULE DE PERFECTIONNEMENT	
Acquisitions au soudage de l'acier inoxydable et de notions technologiques	
SOUS SECTEUR	Menuiserie_Métallique
Temps alloué	03 heures

A/Introduction

L'exécution de cet ouvrage exige des connaissances particulières relatives à :

1. la nature du matériau utilisé sur les parties du moule en contact direct avec les mortiers de moulage ;
2. ses propriétés physiques et mécaniques ;

Remarque : Les principales applications industrielles notamment dans l'industrie alimentaire et dans les fabriques d'instruments de chirurgie.

B/Travail de l'acier inoxydable

1 - Découpage : le découpage s'exécutera essentiellement par abrasion avec disques de meuleuse ébarbeuse ;

Remarque : Ce métal particulier étant très élastique et très sensible aux traces de rayures et empreintes de marteau ; l'exécutant devra prendre les dispositions appropriées quant à l'état du fini de l'ouvrage.

2 - Assemblage thermique, par :

- soudage électrique à l'arc avec électrodes inoxydables
- soudage électrique sous atmosphère inerte (T.I.G.) essentiellement

C/RECOMMANDATIONS

L'ouvrage est constitué :

- d'un caisson de forme parallélépipédique ;
- d'une variété de pistons coulissants (selon la forme de la brique)

Ce coulisement nécessaire au fonctionnement exige inévitablement le respect rigoureux des cotes de fabrication avec des intervalles de tolérance de l'ordre de plus ou moins 0,5mm.

Les assemblages envisagés seront exécutés sur les arêtes (soudure d'angles) et la pratique de quelques essais sur éprouvettes permettra d'apprécier le comportement du matériau et d'apporter les correctifs nécessaires.

Des soins particuliers au fini de l'ouvrage sur ces différents éléments sont vivement souhaités.

MODULE DE PERFECTIONNEMENT

DEBITAGE DES ELEMENTS DE MATIERE D'ŒUVRE INDISPENSABLE POUR EXECUTION

ENSEMBLE A :

Caisson et différents pistons

ENSEMBLE B :

Support table de moulage

CAISSON

Tôle d'acier inoxydable	Epaisseur 6 à 8 mm : 300 x 450 mm
	Epaisseur 4 mm : 400 x 250 mm
	Fer plat de 4 mm : 40 x 8 Lg : 1500 mm
	Cornière Lg : 400 mm
	Tôle : 400 x 200 x 2 mm
	Tube ou Rond : 16 à 18 mm

PISTON BRIQUE CREUSE BORGNE

Tôle d'acier inoxydable	Epaisseur 4 mm : 400 x 250 mm
	Epaisseur 2 mm : 650 x 130 mm
Fer rond ou Tube Ø : 12 à 16	Epaisseur 2mm : 600 x 150 mm

PISTON BRIQUE EN U

Tôle d'acier inoxydable	Epaisseur 2mm : 500 x 500mm (corps et flans)
	Epaisseur 4mm : 500 x 300mm (2embases)

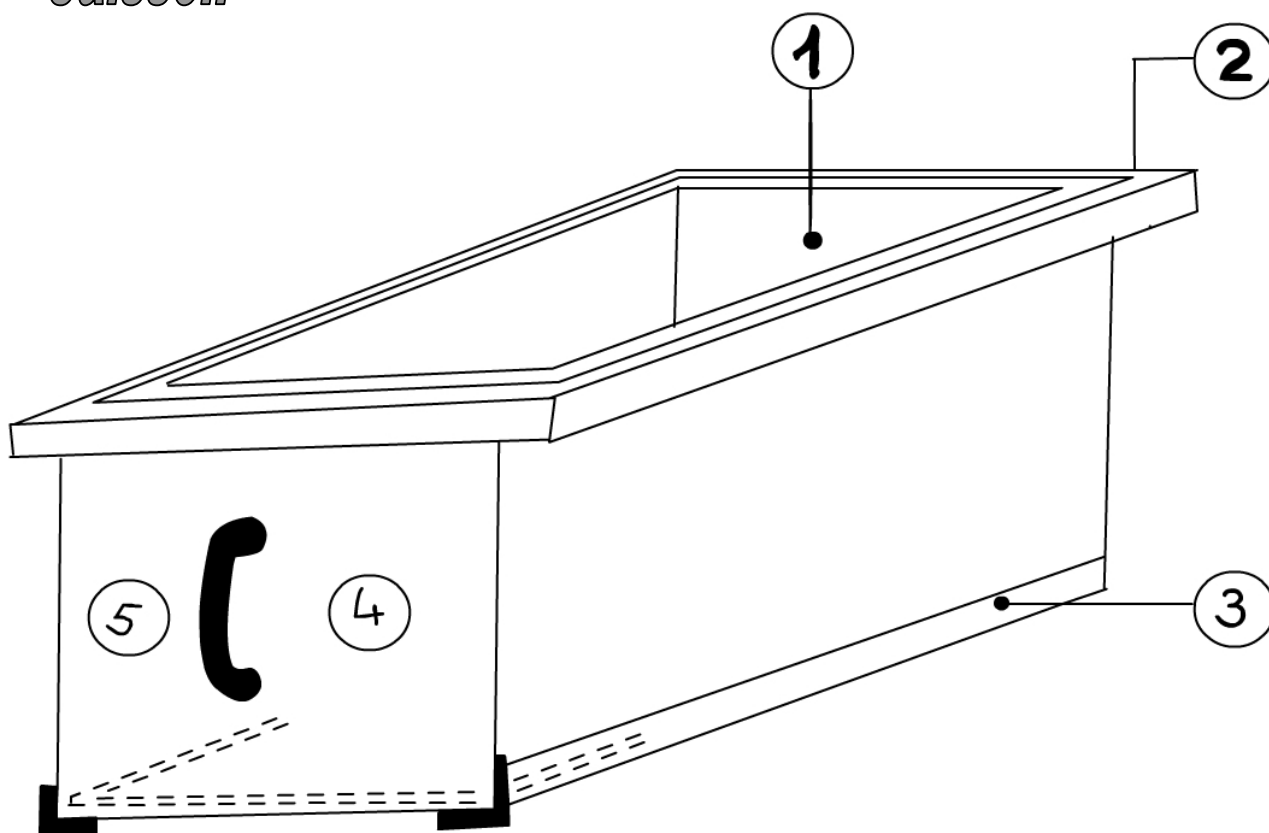
SUPPORT DE TABLE DE MOULAGE

Fer a U de 100 x 50

Longueur : 1600 ou 2 x 800

	MODULE DE PERFECTIONNEMENT	
TRAVAUX PRATIQUES	EXECUTION : CAISSON	
SECTEUR	<u>Menuiserie Métallique</u>	Temps alloué : 14 H

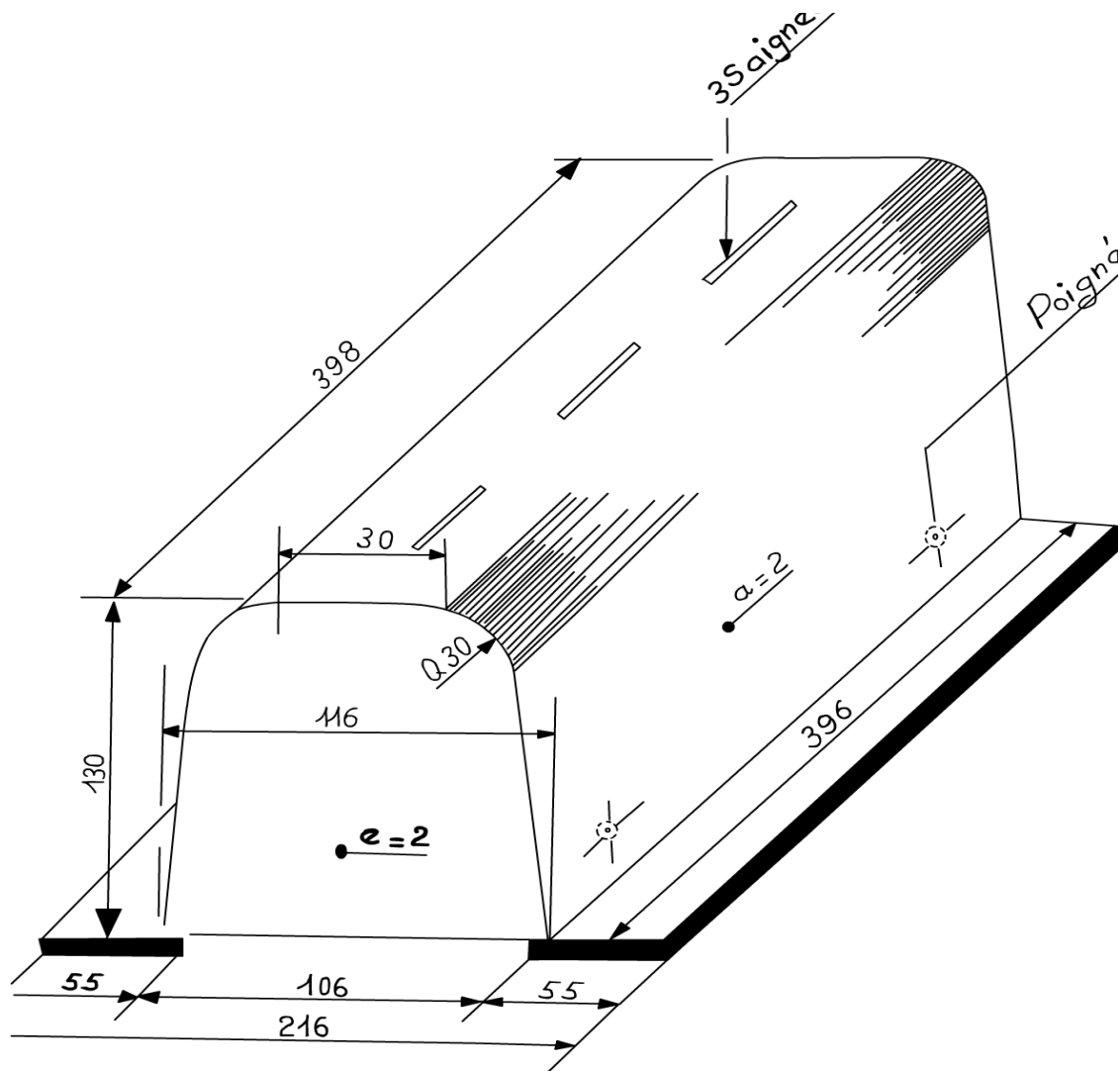
Caisson



6	Plaque de tassement	Inoxy / Adx	300 450 x 6 à 8	Non représentée
5	Plaque de fond	Inoxydable	398 x 218 x 4	
4	Poignée	Inoxydable	Ø 16 à 18	Initiative personnelle
3	Cornière de rive	Adx	L 40 x 40 x 4 Lg : 400	Creuser le fond
2	Ceinture de caisse	Inoxy / Adx	Plat 40 x 8 Lg : 1500	

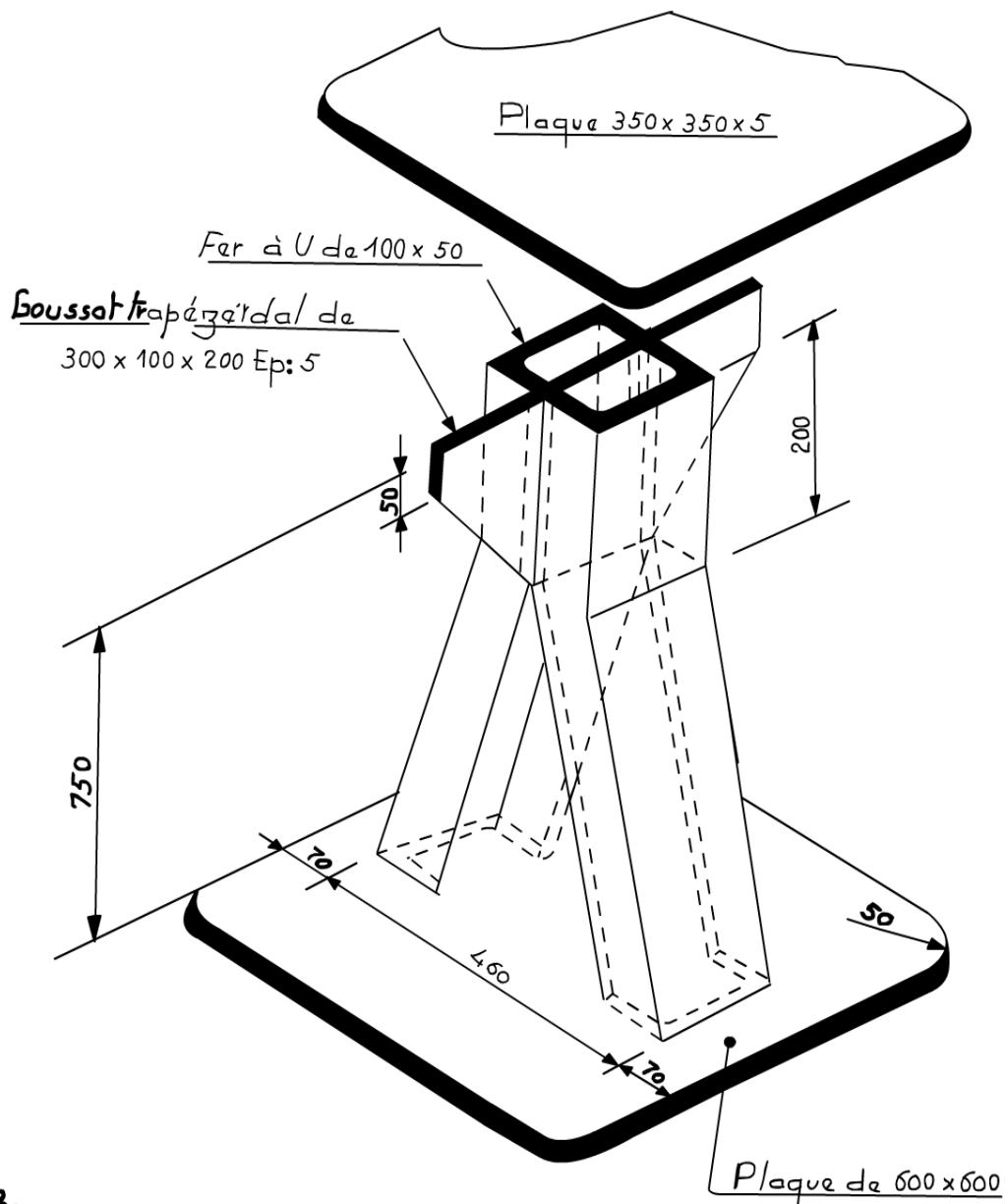
1	Caisson	Inoxydable	400 x 220 x 2	Cotes Intér. : Tol 2
REP	DESIGNATION	MATIERE	DIMENSIONS	OBSERVATIONS
NOMENCLATURE				
		MODULE DE PERFECTIONNEMENT		
TRAVAUX PRATIQUES		EXECUTION : Fabrication du Piston en « U »		
SECTEUR		Menuiserie Métallique	Temps alloué : 14 H	

Piston pour brique en "U"



	MODULE DE PERFECTIONNEMENT	
TRAVAUX PRATIQUES	EXECUTION : Fabrication table support de moulage et plaque tampon	
SECTEUR	<u>Menuiserie Métallique</u>	Temps alloué : 20 H

Table support de montage



NB:
Les assemblages sont exécutés par soudage électrique à l'arc

	MODULE DE PERFECTIONNEMENT
TABLEAU DE SYNTHESE DU MODULE DE PERFECTIONNEMENT	
TRAVAUX PRATIQUES	FABRICATION DE MOULE ET ACCESSOIRES
SOUS SECTEUR	<u>Menuiserie Métallique</u>

N°	COMPETENCES INDISPENSABLES
01	Identifier les différents organes composant l'ensemble du moule et de ses accessoires Etablir la liste des organes du moule
02	Etablir la gamme de fabrication et définir les cotes de façonnage au respect strict des tolérances pour jeu fonctionnel entre caisson et différents pistons
03	Exécuter les différents développements des organes
04	S'initier aux propriétés et qualité du métal utilisé (acier inoxydable, ténacité, qualité de l'état de surface, soudabilité, etc.) faire la liste de métaux qui existe avant le choix de l'acier inoxydable – justifier le choix
05	Procéder au découpage et au façonnage des éléments composant le moule et accessoires suivant le tracé
06	Procéder à l'assemblage par soudure à l'arc avec électrodes inoxydables et électrodes ordinaires éventuellement selon la nature de la matière
07	Effectuer les ajustements des pistons par rapport à la caisse puis corriger éventuellement les défauts
08	Vérifier la fonctionnalité entre les différents organes (jeu optimal)
09	Respecter strictement les consignes de sécurité de l'outillage et de l'environnement immédiat d'exécution.

10	Procéder à des essais réels de moulage et démoulage et les corriger éventuellement
GLOSSAIRE	
SECTEUR	<u>Menuiserie Métallique PERFECTIONNEMENT</u>

ACIER DOUX : Métal composé de fer et de carbone sur des proportions déterminées

ACIER INOXYDABLE : Acier additionné de nickel et de chrome, résistant aux divers agents de corrosion

ASSEMBLAGE : Liaison de deux ou plusieurs éléments constituant un ensemble fixe ou démontable

BRIQUES : Matériau de construction à base d'argile ou de ciment

CAISSON : Enveloppe destinée à recevoir une variété de pistons pour la fabrication de briques à formes variables

CORNIERE : Profilé métallique de section en forme de « L »

DEBITAGE : Coupes droites ou obliques en série sur une matière quelconque

DECODAGE : Traduire, interpréter, déchiffrer un message, un texte ou une image graphique

DEGORGEOIR : Outil passif de percussion destiné à fermer un pliage de tôle

ECRAN ISOLANT : Paravent servant d'isolement de rayonnement d'arc électrique pendant le soudage

ELECTRODE : Tige métallique entourée d'une matière appelée « Enrobage » elle est utilisée au soudage des métaux et alliages

ENROBAGE : couverture faite de matières diverses et complexes sur l'âme d'une électrode de soudage à l'arc électrique.

FAÇONNAGE : Action de donner une forme par enlèvement de matière ou par déformation de celle-ci

FER A « U » : Profilé mét

allique dont la section a la forme de la lettre « U »

FER PLAT : Profilé métallique de section rectangulaire dont la largeur est toujours supérieure à l'épaisseur

FLAN CAPABLE : Surface capable de contenir le développement théorique d'un ouvrage à chaudronner

GOUSSET : Plaque métallique de forme variable généralement utilisée au renforcement d'un assemblage. Cette plaque peut être évidée pour alléger le poids

MAILLET : Outil actif de choc en bois ou plastique commercialisé sous différentes tailles

MENUISERIE : activité artisanale ou industrielle qui consiste à travailler le bois, le métal ou le plastique

MOULE : Enveloppe en bois, métal ou plastique destinée à recevoir une gamme de pistons et de mortier

PISTON : Pièce métallique de forme variable offrant les évidements d'une brique de maçonnerie

PLAQUE TAMPON : Tôle épaisse de forme généralement rectangulaire destinée à compacter progressivement le mortier introduit dans le moule.

RENDEMENT : Rapport entre la quantité et le temps de réalisation dans ce cas il s'agit d'accroître la quantité de brique dans un temps relativement réduit

SAIGNEE : Ouverture de faible dimension pratiquée sur le métal en vue d'évacuer l'air emprisonné pendant le moulage.

SCORIES: Résidu provenant d'opérations d'usinage par abrasion

TERRE STABILISEE : Ensemble de matières naturelles composées d'argile grasse, de sable, de latérite et autre utilisée dans la construction d'habitat rural

TOLE : bande métallique de largeur, d'épaisseur et de longueur variables ; utilisée dans le travail des métaux en feuille

USINAGE : opération d'enlèvement de matière manuellement ou mécaniquement afin d'obtenir des formes et des dimensions diverses

SECTEUR : ici, il représente un ensemble de corps de métiers présentant des affinités

SOUS SECTEUR : ici, il représente un sous ensemble de corps de métiers (Exemple : secteur de *MENUISERIE* : sous – secteurs : menuiserie métallique, menuiserie aluminium et menuiserie bois)

MODULE 2

TITRE : TECHNIQUES DE MOULAGE EN GEODYNAMIQUE

1/DESCRIPTIF DU MODULE DE FORMATION

Ce module de formation dont l'application est prévue en milieu rural, de par sa spécificité, traite de la fabrication d'une variété de briques en **terre stabilisée** à partir d'une gamme de pistons de moule donnant des formes pour :

1. briques pleines
 2. briques évidées non débouchantes (borgnes)
 3. briques évidées débouchantes
 4. briques évidées en U
- } voir dessins

NB Cette formation ne peut être exécutée qu'en période de saison sèche (Octobre Mai)

2/PROFIL DE L'APPRENANT

Groupes de jeunes filles et garçons présentant une aptitude physique appropriée à la nature des travaux, habitant des localités voisines et ayant la même préoccupation d'habitat amélioré avec des matériaux locaux existant en milieu rural

3/APPROCHE PEDAGOGIQUE

L'étude de ciblage et de caractérisation des apprentis menée dans le cadre de la conception d'un processus adapté pour la prise en charge effective de la formation de ceux-ci par des organisations d'artisans, comporte une phase essentielle à savoir la conception d'un curricula de formation et la production de modules à partir d'une approche déjà existante.

Il s'agit de l'approche par compétences, qui a été expérimentée au Sénégal avec des résultats très positifs, et qui sied le plus au secteur de l'artisanat.

L'approche par compétences en formation technique et professionnelle vise à harmoniser le mieux possible les trois facteurs clés que sont :

- le dispositif de formation
- le marché du travail et de l'emploi
- les besoins en main d'œuvre qualifiée

NB : une compétence confère à l'apprenant un pouvoir d'agir, de réussir et de progresser, ceci à partir d'un ensemble organisé de savoirs, et qui permet de réaliser adéquatement des tâches et activités de travail.

L'acquisition d'une compétence s'appuiera essentiellement sur :

- L'exploration : lien entre habilités acquises et habilités à acquérir
- L'apprentissage : conduite nécessaire au développement de l'habilité
- L'intégration : adaptation graduelle au milieu du travail
- Le transfert : transcription des acquis vers de nouveaux domaines d'apprentissage
- L'enrichissement : tendance vers l'autonomie dans l'exercice de la profession

4/MATERIELS ET MOYENS PEDAGOGIQUES

Conférer aux éléments d'exécution, au chapitre CONTEXTE DE TRAVAIL

5/EQUIPE PEDAGOGIQUE

L'équipe pédagogique est composée par :

- Les deux experts formateurs du Centre de Formation de Proximité de la COB, spécialisés dans l'éducation et de la formation technique

professionnelle, et qui sont chargés de suivre et de superviser le processus de formation de la cible

6/TAILLE DU GROUPE

A titre indicatif la taille du groupe pourrait être une dizaine de personnes allant de l'extraction de la bonne terre au moulage de la variété de briques.

7/DUREE DE LA FORMATION

La durée de la formation dépendra des travaux préparatoires que sont :

- 1- exploration de l'environnement pour la détermination de la bonne terre.
- 2- extraction de la quantité de terre nécessaire après résultats des tests de qualité et des corrections éventuelles d'amélioration de celle-ci.
- 3- préparation du grand mortier (voir titre dosage des matières).
- 4- préparation des aires de stockage, qui doivent être aussi planes que possible

La durée de la formation sera des lors, de deux journées consécutives avec une équipe de quinze personnes, selon l'expérience tirée des travaux réalisés dans les sites indiqués à la page annexe montrant les réalisations de construction en terre stabilisée

8/MODE D'EVALUATION

La grande quantité de briques de tous genres à fabriquer offre une facilité d'évaluation du fait de la répétition des actions, permettant la bonne maîtrise des gestes à acquérir

Ainsi, l'évaluation sera traduite chez chaque apprenant en termes d'autonomie comme suit :

- Autonomie satisfaisante
- Autonomie relative
- Autonomie insuffisante
-

9/SUIVI DE LA FORMATION

Le suivi sera assuré par le maître artisan qui se chargera d'organiser les jeunes de ces localités en réseaux de personnels de moulage de briques en terre stabilisée

Toutefois, il veillera aux travaux annexes après séchage dont : l'arrosage et l'arrimage correct

10/LANGUE DE TRAVAIL

La langue de travail sera le wolof ou toute autre langue nationale pour une meilleure compréhension des participants

CONTEXTE DE TRAVAIL	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Fabriquer une gamme de briques en terre stabilisée
DUREE :HEURES	

Introduction

Ce module vise à améliorer la qualité des briques de construction en milieu rural jusque-là fabriquées en un mélange de terre argile, qui n'offre que peu de garanties quant à la résistance au contact avec l'eau.

La brique proposée, hormis ses constituants et la variété des modèles à fabriquer, offre une plus grande résistance aux multiples sollicitations sur les ouvrages bâtis

Remarque : L'adjonction, de faible dose de ciment à ce mélange (10%), confère à la brique obtenue, une imperméabilité durable et accroît sensiblement la résistance

ELEMENTS D'EXECUTION

Pour l'exécution de ce module, il est indispensable de disposer des éléments suivants :

1. Matériaux

- Sable argileux
- Limon (argile crue)
- Ciment (faible dose)
- Eau douce
- Latérite

2. Outillage

- Assortiment de pelles
- Pics
- Seaux
- Fûts d'eau

3. Equipement

- Support métallique de moules à brique
- Aire de stockage préparée à cet effet
- Brouette métallique

- Ensemble de moulage comprenant
 - o 1 caisson
 - o 1 piston d'angle, de linteau, de chaînage et de briques pleines
 - o 1 tampon
 - o 1 table support
 - o 1 plaque batte

Sécurité : Le port de bottes en caoutchouc et de gants (à doigts séparés) est souhaité.

RECHERCHE DE LA TERRE APPROPRIÉE	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Tests de qualité de la terre
DUREE :HEURES	

Composition de la terre

Mélange de sable + latérite + ciment + argile crue éventuellement suivant la révélation des tests.

Dosage des matières nécessaires

10 Brouettes de sable argileux

6 Brouettes de latérite

4 Brouettes d'argile crue

2 Sacs de ciment

200 litres d'eau douce

Ce mélange donne l'équivalent d'un mètre cube (1m³) de mortier soit environ :

80 Briques creuses	}	voir dessins de briques sur pages précédentes
ou 60 Briques pleines		

ou

90 briques de chaînage

En effet, la valeur de la terre riche ou pauvre en argile est déterminée par tests de qualité à partir de deux méthodes dont :

- a) Méthode par bocal transparent
- b) Méthode par épreuves sur colombins préparés à cet effet

TESTS DE QUALITE DE LA TERRE APPROPRIEE

La terre à prélever est prise à partir d'une profondeur supérieure ou égale à 0,5m à trois endroits différents pour trois éprouvettes distinctes.

Sécurité : Le port de masque respiratoire est vivement recommandé

METHODE DE TESTS PAR BOCAL TRANSPARENT

Rep	Opérations à mener	Résultat constaté	Observations
01	Mettre dans un bocal transparent à 1/3 de la contenance une quantité de terre prélevée d'un trou de 0,5m 0,5 m x 0,5m fait à cet effet		Prélèvement à partir de 3 endroits différents sur le même périmètre
02	Remplir le bocal à un peu plus du 1/3 de la contenance	Le dernier 1/3 vide du volume du bocal facilite le mélange correct des matières mises en œuvre	
03	Remuer énergiquement le bocal pour assurer un mélange aussi homogène que possible	Produit liquide homogène terre –eau plus ou moins dense	L'action de mélange devra être répétée au moins trois fois
04	Laisser au repos ce mélange pendant au moins 12 heures	Superposition de couches par degrés de densité (gravier, sable, argile crue et eau)	L'épaisseur forte ou faible de la couche d'argile pure traduit la qualité de la terre

Remarque : En cas d'insuffisance en argile révélée par le test, ajouter proportionnellement une quantité d'argile crue débarrassée de tout corps étranger.

A) METHODE DE TESTS AVEC EPROUVETTES EN COLOMBINS

Cette seconde méthode est pratiquée à partir d'une terre précédemment prélevée sur 3 endroits différents sur le périmètre de construction

Rep	Opérations à mener	Résultat constaté	Observations
01	Façonner la terre prélevée en colombins (boudins) de 20 cm de long sur un diamètre de 2 cm		Les éprouvettes seront bien roulées pour une bonne cylindricité
02	Tenir le colombin horizontal sur 1/3 de sa longueur	Les 2/3 de la longueur sont en porte à faux. Sous l'effet de la pesanteur, la partie libre est soumise à un effort de flexion entraînant 3 phénomènes observables :	3 Résultats possibles
		a/ rupture instantanée	1 ^{er} cas : qui traduit une terre pauvre en argile
		b/ Amorce de rupture	2 ^{ème} cas : traduit une teneur insuffisante en argile
		c/ sans amorces ni ruptures	3 ^{ème} cas teneur en argile suffisante

Remarque : Dans les 2 premiers cas de résultat, il est recommandé d'ajouter progressivement de l'argile crue et de reprendre le même test.

GAMME DE BRIQUES A FABRIQUER	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Technique de Moulage de briques en Terre Stabilisée
DUREE : 14 HEURES	

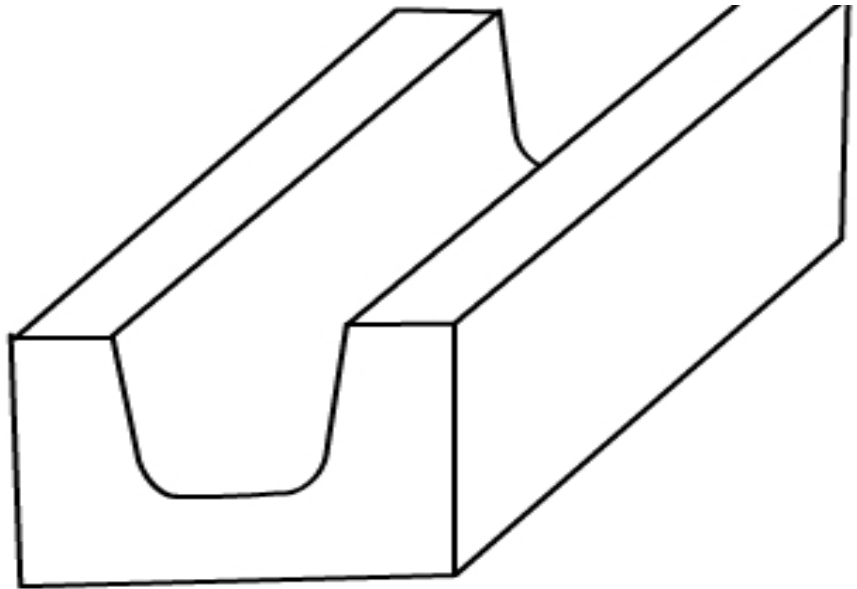
BRIQUE A EVIDEMENT EN U

* **Descriptif :** Voir dessin ci-dessous

* Situation dans la construction

Ce type de brique occupe les positions suivantes :

- position de soubassement
- position de sous fenêtre
- position de sous linteau
- position de rasement



* Fonction

L'évidement longitudinal permet de loger :

- le ferrailage (en fer à béton de diam. 8) façonné en 3 pieds reliés par des étriers de formes triangulaires (en fer à béton de diamètre 6) ;
- les différentes conduites d'eau et de courant électrique
- le mortier en béton latérite

GAMME DE BRIQUES A FABRIQUER (suite)	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Technique de Moulage de briques en Terre Stabilisée
DUREE : 16 HEURES	

A - BRIQUES EVIDEES NON DEBOUCHANTES (borgne)

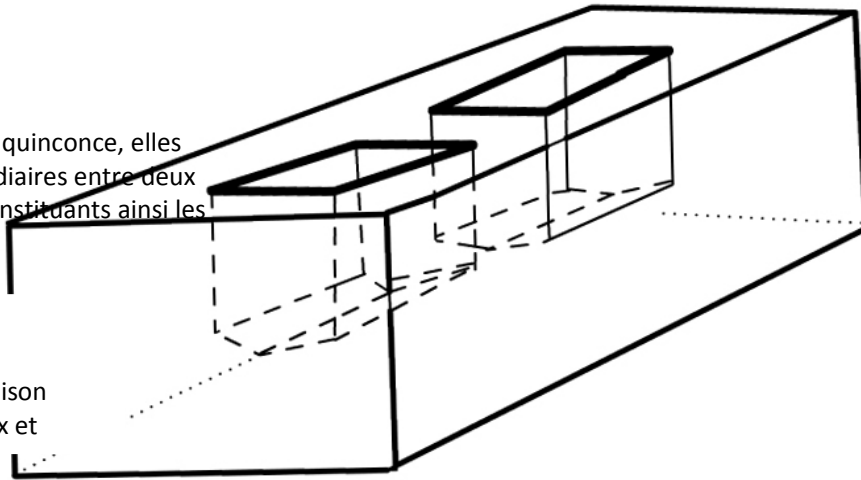
* **Descriptif** (voir dessin)

* **Situation**

Disposées en quinconce, elles sont intermédiaires entre deux chaînages, constituant ainsi les chaînages intermédiaires.

* **Fonction**

Briques de liaison entre poteaux et chaînages.



B - BRIQUE D'ANGLE A EVIDEMENTS DEBOUCHANTS

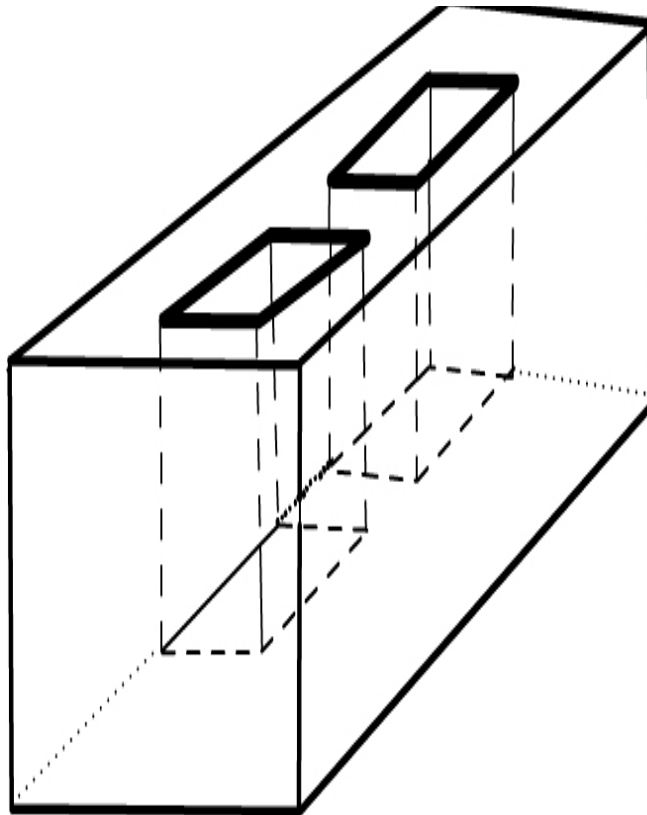
* **Descriptif** (voir dessin)

* **Situation**

Placées à l'angle afin de présenter une portion de trou vertical (logique de montage)

* **Fonction**

Disposées dans la logique de montage, la portion de trou vertical permet la pose du ferrailage, des conduites et le remplissage au béton latérité.



IMPLANTATION DU CURRICULUM	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Fabriquer une gamme de briques

Introduction

Ce module particulier conjugue deux sous compétences dont :

1. **Moulage** : Technique de fabrication de briques.
2. **Construction** : Erection de pans de mur (conférer schéma)

La fabrication de briques présente la particularité d'être exécutée essentiellement avec des matériaux locaux pouvant être disponibles aux environs immédiats des lieux ciblés

Lieu adéquat de formation

Le lieu de formation devra nécessairement disposer des matières constituant le mortier. Toutefois, le choix du lieu de formation tiendra compte de la facilité d'accès et de la présence des 70% des constituants.

Remarques

1. En cas de manquements dans les conditions de disponibilité et d'accessibilité des constituants, des réaménagements appropriés seront adoptés et sélectionnés.
2. L'exécution de chacun de ces deux modules qui s'opère toujours à ciel ouvert n'est pas bien Indiquée en période hivernale

Profil des formateurs

Les formateurs impliqués pour l'exécution de ces deux sous modules doivent présenter de bonnes connaissances de localisation et de discernement de la qualité des constituants.

Ils doivent être de bons meneurs d'hommes dans les travaux d'équipe et suffisamment avertis des techniques de transmission du savoir faire.

Suivi du bon déroulement de la formation

Le suivi de cette formation qui regroupe deux sous compétences ne pourra s'exercer qu'au terme de l'apprentissage du second sous module qui est : **Exécution de pans de mur.**

Ce métier étant une réponse à un besoin ponctuel du monde rural, le suivi de sa formation dépendra du nombre d'apprenants et de la capacité de vulgarisation de ce procédé de construction.

Le principal acteur de ce suivi (formateur) aura principalement une mission de veille sur :

1. **la qualité** des matériaux mis en œuvre ;
2. **les méthodes** d'exécution ;
3. **l'organisation** des séances d'informations relatives à ce procédé dans les zones intéressées.

MATRIEL INDISPENSABLE DE FORMATION	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Fabriquer une gamme de briques

Introduction

L'innovation technologique apportée à la fabrication de briques en terre stabilisée pour l'habitat rural est conditionnée par :

1. **la disponibilité des constituants** indispensables et
2. **la disposition du matériel et accessoires** de moulage

ELEMENTS D'EXECUTION

Ces constituants et ce matériel réunis se subdivisent comme suit :

A - Matériaux

- Sable argileux
- Limon (argile brute)
- Ciment (faible dose)
- Eau douce
- Latérite

B - Outillage

- Assortiment de pelles
- Pics
- Seaux divers
- Fûts d'eau
- Assortiment de truelles

- Taloché
- Instruments de mesure et de vérification
- Serres

C - Equipement

- Aire de stockage préparée à cet effet
- Brouette
- Ensemble métallique de moulage comprenant :
 - 1 caisson
 - 1 piston d'angle, de linteau, de chaînage et de briques creuses
 - 1 tampon
 - 1 table support
 - 1 plaque porte briques pleines
 - Echelles simples
 - Tréteaux
 - Planches différentes tailles
- Réservoir d'eau douce

Remarque : Les excavations provoquées par l'extraction des matières premières ne doivent en aucun cas compromettre la circulation des personnes et des animaux. Toutefois, lorsque ces creux ne constituent pas un danger, ils peuvent servir de lieux de rétention d'eau de ruissellement ou d'endroits d'enfouissement de déchets divers.

○

TABLEAU DE SPECIFICATIONS					
SOUS SECTEUR		<u>Maçonnerie</u>			
COMPETENCE VISEE		Fabriquer une gamme de briques			
ELEMENTS D'EVALUATION	Ev.	ATTITUDES OBSERVABLES	Oui	ELEMENTS DE CRITERE	Oui
			Non		Non
Préparer le mortier		Logiques des actions successives		Respect des proportions des quantités de constituants	

Pratiquer le moulage		Examen visuel de la pratique		Qualité du tassement du mortier dans le moule	
Procéder au démoulage		Logique des actions à mener		Aspect du produit fini	
Observer un temps de séchage		Conditionnement du séchage		Respect du temps imparti au séchage	
Arroser les briques		Mouillage rationnel		Qualité d'humidification	
Stocker les briques		Logique d'arrimage		Arrimage équilibré des briques	
SEUIL DE REUSSITE ET REGLE DE VERDICT					
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u> :				
COMPETENCE VISEE	Fabriquer une gamme de briques				

Observation :

Les opérations ci-dessous sont exécutées en équipe d'au moins de trois (03) personnes au respect des règles d'hygiène et de sécurité.

APPRECIATION DES VALEURS INDISPENSABLES	EVALUATION CHIFFREE	DATE
Préparer les différents éléments de moulage selon les types de briques : Pleines, Creuses et de Chaînage		
Préparer le mortier composé de terre + argile crue + eau dans les proportions indiquées		
Préparer la barbotine (eau + ciment) proportionnellement à la quantité de mortier primitif et pratiquer le mélange		
Mouler les briques en série au respect de tassement correct de la matière		
Pratiquer le démoulage sur des aires de séchage préparées à cet effet		
Saigner avec les doigts ou autre objet (dans le sens longitudinal) le dos correct		
Arrimer les briques convenablement après le temps de séchage suivant des positions permettant une bonne aération et un arrosage correct		
Pratiquer les opérations d'entretien et de maintien des différents éléments du moule		

TABLEAU DE SYNTHESE DES MODULES DE FORMATION	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Fabriquer une gamme de briques

N°	COMPETENCES DE LA FILIERE
01	Présenter une aptitude appropriée à l'exercice du métier et être suffisamment averti des travaux en équipe.
02	Connaissance des matières mises en œuvre
03	Connaissance des proportions de mélange des matières mises en œuvre
04	Etre suffisamment averti des risques encourus en contact avec les différents constituants
05	Identifier les différents types de briques à mouler et leurs positions respectives dans la construction
06	Créer et maintenir un environnement de travail sécuritaire
07	Savoir exécuter le mélange dans les proportions indiquées
08	Acquérir les techniques de moulage, de manutention et de démoulage
09	Savoir préparer efficacement les aires de séchage et de stockage
10	Maîtriser les temps de séchage et la technique d'arrosage

11	Maîtriser les techniques d'arrimage
----	-------------------------------------

TABLEAU D'EVALUATION	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Fabriquer une gamme de briques

ELEMENTS DE COMPETENCE	V	APPRENANT	MAITRE ARTISAN	DATE
Préparer le mortier sur un espace approprié				
Préparer les différents éléments de l'appareil de démoulage selon les types de briques				
Mélanger les différents constituants dans les proportions indiquées				
Pratiquer le moulage des briques au respect du tassement correct				
Pratiquer le démoulage sur aires de séchage préparées à cet effet				

Arrimer les briques suivant des positions pouvant permettre un bon arrosage				
Pratiquer l'arrosage des briques				

EXEMPLES DE REALISATIONS D'OUVRAGES EN TERRE STABILISEE

	NATURE DE L'OUVRA GE	SPECIFICATI ON	DUREE	PERIOD E	BENEFICIAI RE	LIEU
0 1	Maison témoin	4 pièces de 9 m ² + Toilettes + Mur clôture	4 mois	En 1992	MINISTERE DE L'URBANIS ME	SICAP LIBERTE 6 DAKAR
0 2	Case de santé	2 pièces de 12 m ² + Véranda en face et sur coté contigu	1 mois	En 2002	ASRADEC	NGANDA
0 3	Case de santé	2 pièces de 12 m ² + Véranda en face et sur coté contigu	1 mois	En 2002	ASRADEC	NDOFFA NE
0 4	Case de santé	2 pièces de 12 m ² + Véranda en face et sur coté contigu		En 2002	ASRADEC	TOUBA TOUL
0 5	Case de santé	2 pièces de 12 m ² + Véranda en face et sur coté contigu	1 mois	En 2002	ASRADEC	GAYE MEKHE
0	Maison	3 pièces de 9 m ² + Cuisine +	4 semain	En 2004	LES PEDAGOGU	LOULY

6	témoin	Toilettes	es		ES	EGLISE
	Formation : 2 journées pour 12 personnes sur les techniques de fabrication des briques			En 2000	USE Programme Intégré de Podor	NDIOUM
0 7	Formation : 2 journées pour 15 personnes sur les techniques de fabrication des briques			En 2004	CHAMBRE DES METIERS	RUFISQU E

GLOSSAIRE	
SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>

ADEQUATE : qui correspond parfaitement à son objet approprié

AMORCE : manière de commencer, de débiter une action

ARRIMAGE : action de disposer méthodiquement et de fixer solidement des briques

BARBOTINE : mélange très fluide de ciment et d'eau, avec éventuellement du sable fin et divers adjuvants

COLOMBIN : rouleau d'argile molle fait à la main d'une longueur d'environ vingt centimètres sur un diamètre d'au moins deux centimètres

CONTRAINT : effort exercé sur un corps soit par une force extérieure ou une tension intérieure

ECHAFAUDAGE : ouvrage provisoire en charpente, dressé pour travailler en hauteur. Il doit disposer d'une plate forme, d'un garde de corps et d'une plinthe devant offrir le maximum de garantie de sécurité au personnel situé dans l'environnement immédiat.

ENCOURU : être exposé à un risque relatif à un lieu ou à l'exercice d'un métier

EPROUVETTE : pièce de forme particulière soumise à une série d'essais pour déterminer les caractéristiques d'un matériau

ERECTION : action d'élever un mur

EVIDEMENT : opération qui consiste à extraire d'un produit, une partie de la matière qui la compose afin de créer un creux borgne ou débouchant.

EXCAVATION : trou de grande taille exécuté sur le sol à ciel ouvert de forme et de profondeur définie suivant usages

FISSURE : fente légère apparente ou souvent invisible à l'œil nu

FLEXION : déformation d'un solide soumis à des forces transversales

FOSSE SCEPTIQUE : creux plus ou moins large et profond dans le sol et non relié à un réseau destiné à la collecte de matières fécales d'une habitation

GAMME : série d'éléments divers (gamme de briques pleines, creuses, évidées borgnes ou débouchantes)

HOMOGENE : se dit d'un corps dont les éléments constitutifs sont de même nature pour tracer une ligne droite après l'avoir enduite de poudre colorante.

HUMIFICATION : action de rendre humide la série de briques ainsi arrimées

INCORPORER : mêler intimement des substances ou des objets

JADIS : autrefois ou dans le passé

PROPORTION : rapport de quantité entre deux grandeurs

QUINCONCE : disposition en triangulation

SAIGNEE : entaille ou rainure étroite réalisée avec le doigt de la main sur le dos de la brique

TASSEMENT : réduction de volume d'un mortier par pression dans un moule

TENEUR : ce qu'un mélange contient d'un corps particulier

TESTS DE QUALITE : épreuves destinées à déterminer la qualité d'un produit

TRONÇONS : fraction ou parties d'un châssis métallique de poteau

MODULE 3

TITRE : ERECTION DE PANS DE MUR EN GEODYNAMIQUE

1/DESCRIPTIF DU MODULE DE FORMATION

Ce module n'applicable qu'en milieu rural, en saison sèche et dans des régions à forte présence d'argile, traite d'un type particulier de construction qui utilise une variété de briques de formes internes spéciales.

Cette formation, suite logique du module précédant (*technique de moulage*), est une réponse à une préoccupation du monde rural dans l'habitat amélioré sur :

- la résistance de la construction.

- l'introduction du ferrailage et des conduites d'eau et de courant électrique.

2/PROFIL DE L'APPRENANT

Il est souhaitable que le groupe du module précédent soit le même. Toutefois ; ce personnel est libre de se spécialiser dans l'un ou l'autre de ces métiers puisque complémentaires.

3/APPROCHE PEDAGOGIQUE

L'étude de ciblage et de caractérisation des apprentis menée dans le cadre de la conception d'un processus adapté pour la prise en charge effective de la formation de ceux-ci par des organisations d'artisans, comporte une phase essentielle à savoir la conception d'un curriculum de formation et la production de modules à partir d'une approche déjà existante.

Il s'agit de l'approche par compétences, qui a été expérimentée au Sénégal par le PAFNA, avec des résultats très positifs, et qui sied le plus au secteur de l'artisanat.

L'approche par compétences en formation technique et professionnelle vise à harmoniser le mieux possible les trois facteurs clés que sont :

- le dispositif de formation
- le marché du travail et de l'emploi
- les besoins en main d'œuvre qualifiée

NB : une **compétence** confère à l'apprenant un pouvoir d'agir, de réussir et de progresser, ceci à partir d'un ensemble organisé de savoirs, et qui permet de réaliser adéquatement des tâches et activités de travail.

L'acquisition d'une compétence s'appuiera essentiellement sur :

- L'exploration : lien entre habilités acquises et habilités à acquérir
- L'apprentissage : conduite nécessaire au développement de l'habilité
- L'intégration : adaptation graduelle au milieu du travail
- Le transfert : transcription des acquis vers de nouveaux domaines d'apprentissage
- L'enrichissement : tendance vers l'autonomie dans l'exercice de la profession

4/DUREE DE LA FORMATION

Le temps d'exécution de ce module est de 16 heures répartie en deux séances de 4 heures pendant 2 jours consécutifs.

5/MODE D'EVALUTION

L'évaluation dans ce type de formation (APC) est particulière et doit être menée progressivement au fil de l'exécution des opérations.

La valeur de celle-ci sera traduite en termes d'autonomie comme suit :

- bonne maîtrise
- moyenne maîtrise
- maîtrise insuffisante

6/ MATERIELS ET MOYENS PEDAGOGIQUES

Les sessions et les séances de formation seront déroulées au niveau des unités de production artisanales – UPA - (atelier de travail) de la COB ou bien des artisans membres cooptés au sein des pools de compétences constitués autour de chaque corps de métier ciblé. Ainsi le matériel de travail qui sera utilisé sera celui trouvé sur place complété par l'apport de la COB. Ce module de formation sera le principal support pédagogique utilisé, et il pourra être complété par d'autres supports tels que des images, des illustrations, des dessins, des représentations graphiques, des cas pratiques. Les moyens pédagogiques sont constitués pour l'essentiel des équipements, du matériel, et de l'outillage de travail indispensables, disponibles dans l'unité de production artisanale ciblée.

7/EQUIPE PEDAGOGIQUE

L'équipe pédagogique est composée par :

- Les deux experts formateurs du Centre de Formation de Proximité de la COB, spécialisés dans l'éducation et de la formation technique professionnelle, et qui sont chargés de suivre et de superviser le processus de formation de la cible

8/TAILLE DU GROUPE

A titre indicatif, la taille du groupe pourrait être de 15 personnes pour une construction de ce type sur deux pièces de 16 mètres carrés chacune.

9/DUREE DE LA FORMATION

Variable selon le besoin exprimé dans la localité abritant la formation, la durée de celle sera à titre indicatif et sur la base des expériences acquises (voir tableau des réalisations sur page jointe) de deux semaines 88 heures pour une équipe de quinze personnes dans une construction de ce type, sur 2 pièces de 16 mètres carrés chacune.

10/MODE D'EVALUATION

L'évaluation de ce module de formation portera essentiellement sur la maîtrise des compétences acquises et se traduira par les valeurs suivantes:

- Bonne maîtrise
- Moyenne maîtrise
- Insuffisance de maîtrise

11/SUIVI DE LA FORMATION

Le suivi sera assuré par les experts formateurs endogènes suffisamment expérimentés dans les techniques de transmission du savoir faire.

Ils veilleront au fur et à mesure du déroulement de formation (sans affecter l'autorité du maître artisan) notamment sur :

- l'assistance à la quantification de la matière d'œuvre.
- la sélection des apprentis devant présenter des profils similaires.
- la distribution des tâches d'exécution des ouvrages.
- les évaluations partielles et l'évaluation globale.
- les suggestions et recommandations.

12/LANGUE DE TRAVAIL

La langue de travail sera le français, cependant les formateurs utiliseront le wolof ou toute autre langue nationale pour une meilleure compréhension des participants.

CONTEXTE DE TRAVAIL	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u> :
COMPETENCE VISEE	Eriger quatre (4) pans de mur pour la réalisation d'une chambre avec trois (3) baies (porte et fenêtres)

1/Introduction

Ce sous module de construction est la suite logique du module précédent portant sur la fabrication des briques en terre stabilisée. Le but visé est d'acquérir les techniques appropriées de construction d'ouvrages à usage d'habitation.

2/Elément d'exécution

L'exécution de ce sous module exige la mise à disposition de :

- a) Matériaux
- b) Outillage
- c) Equipement

a) Matériaux

- 1) **Briques** creuses, briques d'angle, briques de chaînage et briques pleines
- 2) **Mortier** : mélange de matières pour liaisons brique
- 3) **Mortier** : mélange de matières pour enduit des surfaces bâties (ciment + sable)
- 4) **Béton latérite** : pour poteaux, linteaux, chaînages, parquet
- 5) **Ferrailage** : fer rond de diamètres 6 et 8
- 6) **Fil de fer d'attache**

b) Outillage

universelle	Truelle	Règle de maçon	Serre en collier	Pince
	Pelle	Planches	Pics	Tas métallique
de 8	Niveau	Etiers	Bacs de mortier	Griffe de 6 et
	Fil à plomb (massette)	Taloche	Fûts de 200 litres	Marteau
	Tenaille	Burin		

c) Equipement

Tréteaux	Planches
Serres joints	Planche épaisse pour façonnage des triangles étriers.

Remarque :

L'emploi d'outils et d'équipements entraînant des **contraintes de chocs** est fortement déconseillé en cours de construction.

IMPLANTATION DU CURRICULUM DE FORMATION	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Erection de pans de mur

1/Introduction

Ce module particulier conjugue deux sous compétences dont :

- **Moulage** : Technique de fabrication de briques.
- **Construction** : Erection de pans de mur.

La fabrication de briques présente la particularité d'être exécutée essentiellement avec des matériaux locaux (sauf le ciment) disponibles aux environs immédiats des lieux ciblés.

2/Lieu adéquat de formation

Le lieu de formation devra nécessairement disposer des matières constituant le mortier. Toutefois, le choix du lieu de formation tiendra compte de la facilité d'accès et de la présence des 70% des constituants.

Remarques

3. En cas de manquements dans les conditions de disponibilité et d'accessibilité des constituants, des réaménagements appropriés seront adoptés et sélectionnés
4. L'exécution de ces deux sous modules qui s'opère toujours à ciel ouvert n'est pas bien indiquée en période hivernale

3/Profil des formateurs

Les formateurs impliqués pour l'exécution de ces deux sous modules doivent présenter de bonnes connaissances de localisation et de discernement de la qualité des constituants.

Ils doivent être de bons meneurs d'hommes dans les travaux d'équipe et suffisamment avertis des techniques de transmission du savoir faire.

4/Suivi du bon déroulement de la formation

Le suivi de cette formation qui regroupe deux sous compétences ne devra s'exercer qu'au terme de l'apprentissage du second sous module qui est : **Exécution de pans de mur.**

Cette formation étant une réponse à un besoin ponctuel du monde rural, le suivi de celle-ci dépendra du nombre d'apprenants et de la capacité de vulgarisation de ce procédé de construction.

Le principal acteur de ce suivi (formateur) aura principalement une mission de veille sur :

- **la qualité** des matériaux mis en œuvre ;
- **les méthodes** d'exécution ;
- **l'organisation** des séances d'informations relatives à ce procédé dans les zones intéressées.

ORGANISATION D'UN CHANTIER DE CONSTRUCTION EN TERRE STABILISEE (à l'intérieur du périmètre de construction)	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u> :
COMPETENCE VISEE	Organiser un chantier

1/DISPOSITIONS A PRENDRE

- Aménager les lieux d'habitation (emplacement)
- Aménager et creuser le bac de compostage
- Aménager et creuser les fosses sceptiques
- Aménager le bassin de lavage (béton latérite)
- Préparer les éléments du ferrailage
- Préparer l'aire de stockage des matériaux

Sécurité : Le port de bottes en caoutchouc est souhaité

Mettre en évidence par signalisation de l'existence des excavations par des moyens quelconques.

2/AVANTAGES CONSEQUENTS

Le sable prélevé dans ces différents endroits creusés servira d'élément pour le moulage, le mortier, l'enduit et la maçonnerie dans l'ensemble.

Le bassin construit en ciment servira éventuellement d'endroit de lavage de béton latérite et de réserve d'eau pour les besoins de la construction.

Il devra avoir une assez grande capacité (10 m3).

A titre indicatif

1. Pour une équipe de 3 personnes, la production journalière peut atteindre 150 briques soit l'équivalent de 10 m² de surface.
2. Une équipe de 4 personnes est capable de réaliser une chambre de 16 m² en 15 jours (moulage et construction).

MATERIEL INDISPENSABLE DE FORMATION	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u> :
COMPETENCE VISEE	Erection de pans de mur pour la réalisation d'une chambre de 3 baies (porte et fenêtres)

ELEMENTS D'EXECUTION

Pour l'exécution de ce sous module, il est indispensable de disposer des éléments suivants :

a)Matériaux

- Sable argileux
- Limon (argile crue)
- Ciment (faible dose 10%) au
- Eau douce
- Latérite
- Briques (d'angle, en U, pleines, borgne)
- Fil d'attache
- Briques pleines pour réception des scellements
- Fer rond de diam. 6 et de diam. 8
- Tube orange pour courant électrique
- Tube galvanisé ou PVC et accessoires de plomberie

b)Matériel

- Fil à plomb
- Assortiment de pelles
- Taloches
- Assortiment de truelles
- Niveau maçon
- Double ou triple mètre
- Règle de surfacage d'endroit
- Gamates ou bacs de mortier
- Serres – joints à vis
- Planches de coffrage
- Fûts d'eau
- Echafaudage : tréteaux et planches épaisses
- Griffes et accessoires de coudage de fer rond
- Cordon de traçage sur mur
- Cordeau (sur bobine ou pelote)
- Tenailles + paires de pinces universelles

- Pincés coupantes de ferrailleur
- Marteau à panne allongé (pour scellement)

c) Equipement

- Brouette
- Echelle
- Seau à eau
- Fûts de stockage

d) Equipement de sécurité

- Bottes en Caoutchouc
- Chaussures de sécurité
- Gants souples à doigts séparés

TECHNIQUES DE CONSTRUCTION	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>
COMPETENCE VISEE	Erection de pans de mur pour la réalisation d'une chambre avec trois (3) baies (porte et fenêtres)

1/Remarques particulières

Ce type de construction propre au milieu rural se différencie du type classique en ciment par :

- La nature des composants des briques
- Les dimensions de celles-ci
- La particularité de certaines briques à certains endroits de la construction telles que : briques d'angle, briques de chaînage.
- La mise en place de chaînage à quatre niveaux dont :
 - chaînage de soubassement
 - chaînage de sous fenêtre
 - chaînage de linteau
 - chaînage de rasement

Cette disposition de chaînages est indispensable pour assurer une haute résistance aux diverses contraintes (vent, ruissellement, autres). Les briques de chaînage, par leur forme interne en U permettent de loger le ferrailage, les amenées d'eau et de courant électrique.

Cependant, le **passage simultané** des conduites d'eau et de courant électrique n'est pas recommandé. Les briques d'angle et de chaînage comblées en béton armé latérite par étapes successives, confèrent à la construction, une armature fortement consolidée

2/Profil souhaité du formateur

- Maçon de profession
- Aptitude au ferrailage
- Connaissance élémentaire en plomberie
- Connaissance en pose de tube orange pour le courant électrique
- Connaissance éventuelle au badigeonnage des surfaces enduites

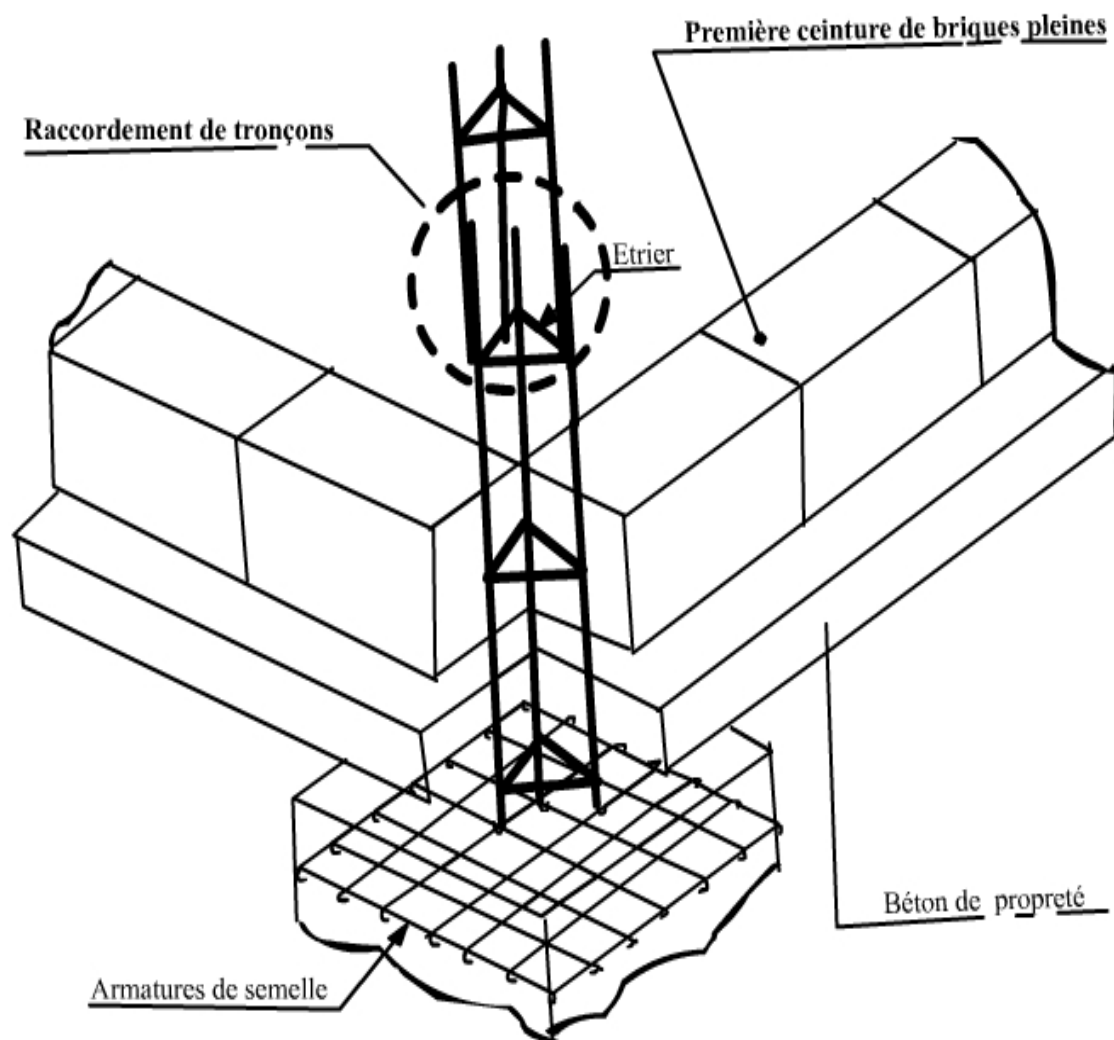
3/Dispositions particulières

- 1) Les briques de soubassement, les briques de poteaux d'angle, les briques de chaînage et les briques de tableaux de baie seront conçues en mortier de sable et de ciment.
- 2) Prévoir dans le chaînage de rasement des dispositifs d'accrochage des éléments de charpente de toiture.
- 3) L'armature métallique des poteaux ou de chaînage est constituée en fer à béton de diamètre 6 en 3 montants équidistants reliés par des étriers triangulaires régulièrement espacés et attachés aux montants par fil de fer souple
- 4) Dans ce type de construction, le ferrailage est conçu en tronçons de 1,5m pour les poteaux

TECHNIQUE DE CONSTRUCTION	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u> :
COMPETENCE VISEE	Erection de pans de mur pour la réalisation d'une chambre de avec trois (3) baies (porte et fenêtres)

DETAIL DE MONTAGE DES ELEMENTS

Détail de montage des éléments



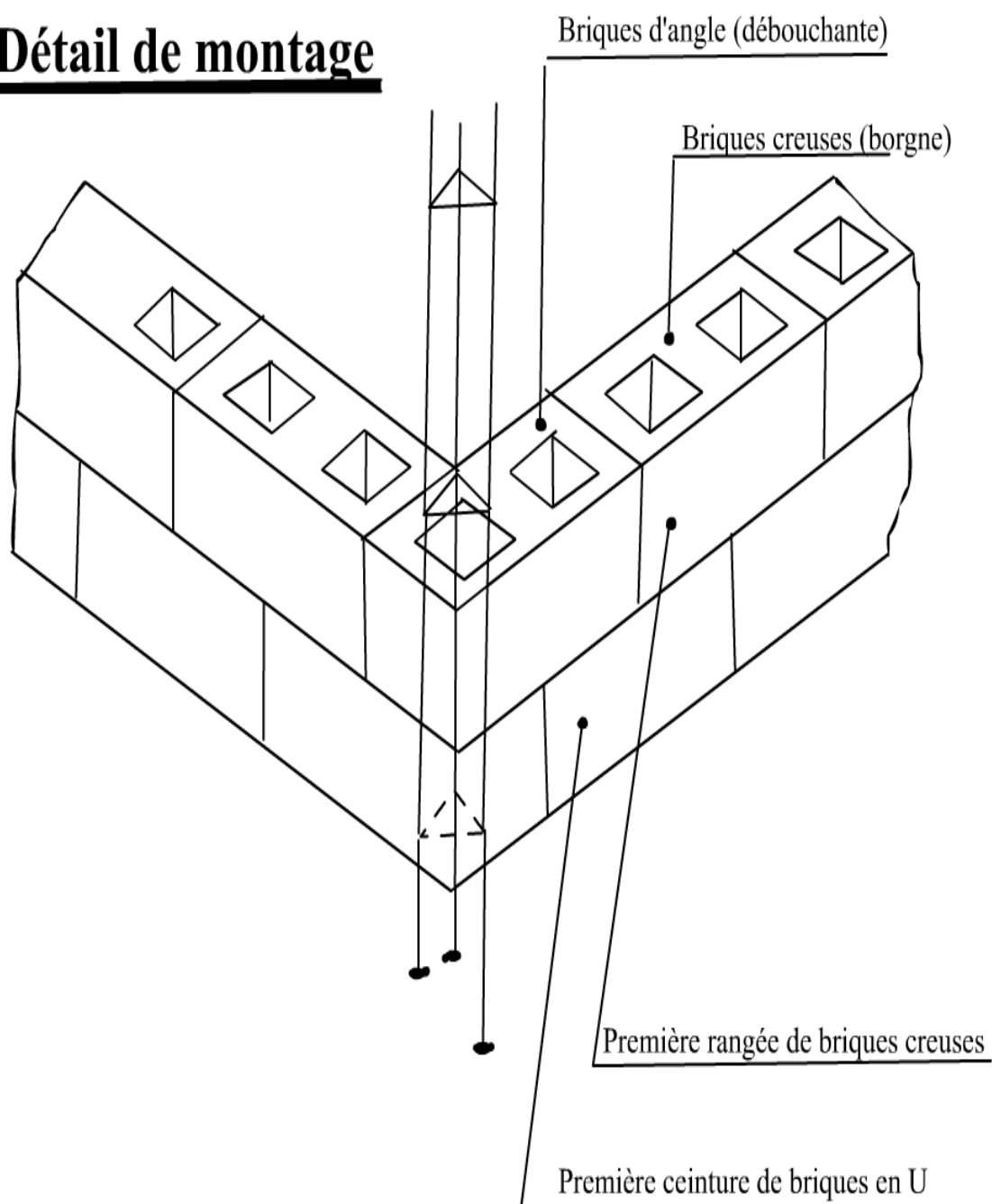
Remarque :

Les tronçons de ferrailage sont raccordés avec recouvrement sur une longueur d'au moins 30 centimètres.

TECHNIQUE DE CONSTRUCTION	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u> :
COMPETENCE VISEE	Erection de pans de mur pour la réalisation d'une chambre avec trois (3) baies (porte et fenêtres)

DETAIL DE MONTAGE DES ELEMENTS

Détail de montage



TECHNIQUE DE CONSTRUCTION	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u> :
COMPETENCE VISEE	Erection de pans de mur pour la réalisation d'une chambre avec trois (3) baies (porte et fenêtres)

DETAIL DE MONTAGE

Détail de montage des éléments

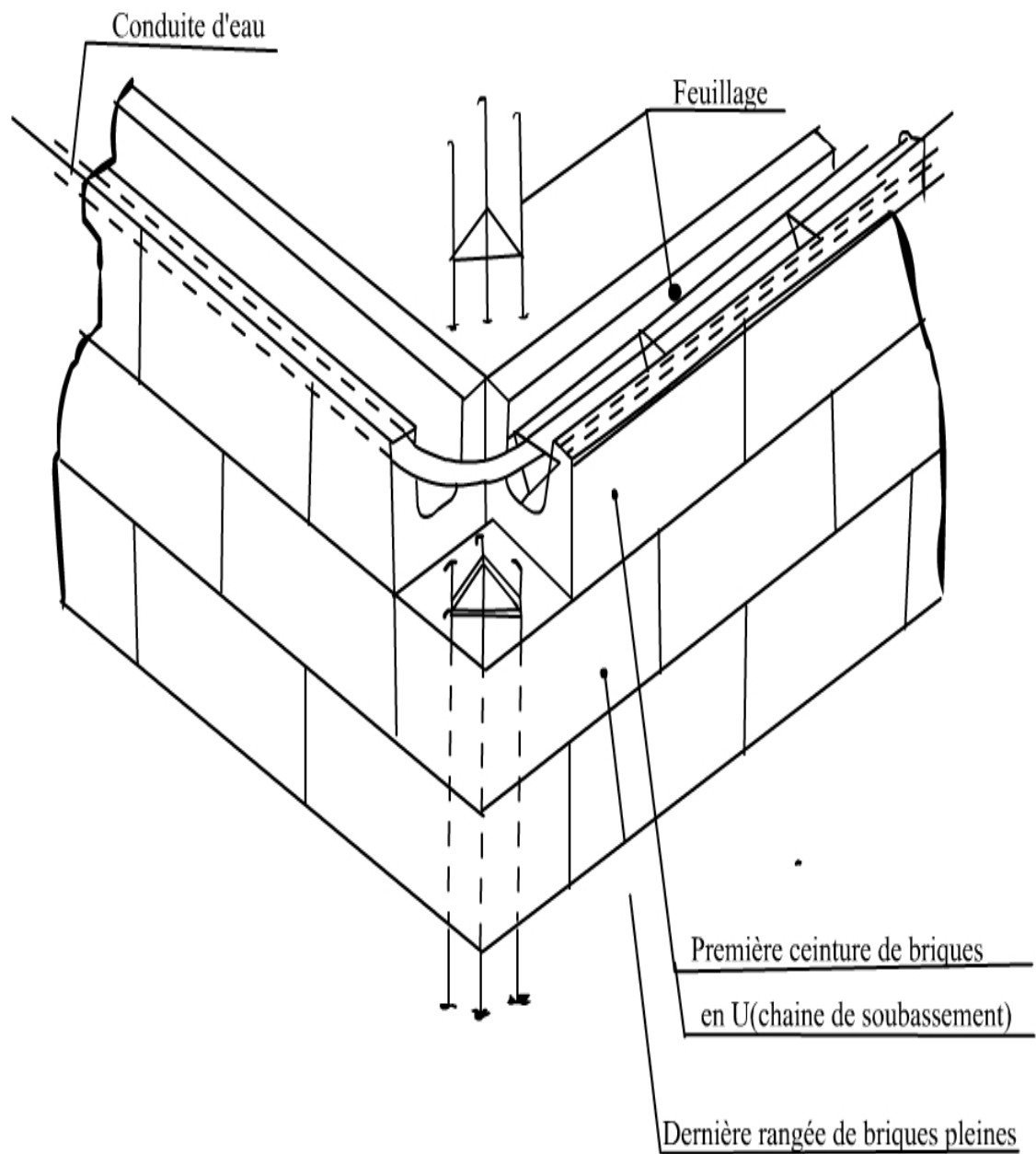


TABLEAU DE SPECIFICATIONS	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u> :
COMPETENCE VISEE	Eriger quatre (4) pans de mur pour la réalisation d'une chambre avec trois (3) baies (porte et fenêtres)

ELEMENTS D'EVALUATION	Ev.	ATTITUDES OBSERVABLES	Oui	ELEMENTS DE CRITERE	Oui
			Non		Non
Exécuter le périmètre de fondation		Logique des indicateurs de construction		Respect des dimensions du plan d'implantation	
Exécuter le chaînage de soubassement		Choix de briques adaptées		Prévision de pose du ferrailage et des conduites d'eau ou de courant électrique	
Elever les murs jusqu'à hauteur de sous fenêtre		Disposition correcte des briques superposées		L'aplomb des différentes briques posées	
Exécuter le chaînage de sous fenêtre		Discontinuité du chaînage aux baies de portes		Prévision de pose de ferrailage et des conduites	
Continuer l'élévation des murs jusqu'à hauteur de sous linteaux		Simultanéité des actions d'élévation de mur et de coulage des poteaux		Respect de l'introduction, des briques en mortier de ciment aux différents tableaux	

Exécuter le chaînage de sous linteaux		Chaînage de ceinture continue		Prévision de pose de ferrailage et conduites de courant électrique
Poser les rangées de briques jusqu'à sous chaînage rasement		Coordination élévation mur et coulage poteaux		
Exécuter le chaînage de rasement		Chaînage de ceinture avec prévision des saillies aux poteaux		Continuité du ferrailage terminal

EXEMPLES DEREALISATIONS D'OUVRAGES ENTERRE STABILISEE

	NATURE DE L'OUVRAGE	SPECIFICATION	DUREE	PERIODE	BENEFICIAIRE	LIEU
01	Maison témoin	4 pièces de 9 m ² + Toilettes + Mur clôture	4 mois	En 1992	MINISTERE DE L'URBANISME	SICAP LIBERTE 6 DAKAR
02	Case de santé	2 pièces de 12 m ² + Véranda en face et sur coté contigu	1 mois	En 2002	ASRADEC	NGANDA
03	Case de santé	2 pièces de 12 m ² + Véranda en face et sur coté contigu	1 mois	En 2002	ASRADEC	NDOFFA NE
04	Case de santé	2 pièces de 12 m ² + Véranda en face et sur coté contigu		En 2002	ASRADEC	TOUBA TOUL
05	Case de santé	2 pièces de 12 m ² + Véranda en face et sur coté contigu	1 mois	En 2002	ASRADEC	GAYE MEKHE

	Maison témoin	3 pièces de 9 m ² + Cuisine + Toilettes	4 semaines	En 2004	LES PEDAGOGUES	LOULY EGLISE
06	Formation : 2 journées pour 12 personnes sur les techniques de fabrication des briques			En 2000	USE Programme Intégré de Podor	NDIOUM
07	Formation : 2 journées pour 15 personnes sur les techniques de fabrication des briques			En 2004	CHAMBRE DES METIERS	RUFISQUE

GLOSSAIRE	
SOUS SECTEUR	<u>Maçonnerie</u>

BACS DE COMPOSTAGE : excavation pratiquée à même le sol après extraction de la terre utilisée pour la construction d'habitat rural.

BETON LATERITE : mélange de graviers, de sable, de ciment, d'adjudant et d'eau.

Matériau de construction obtenu par agrégation de granulats au moyen d'un liant

BRIQUE : matériau de construction à base d'argile, en forme de parallélépipède rectangle

BURIN : ciseau d'acier percuté par un marteau ou mécaniquement et destiné à couper les métaux

CHAINAGE : armature de maçonnerie reliant des poteaux verticaux et pouvant constituer une ceinture horizontale.

COFFRAGE : charpente en bois ou en fer destinée à recevoir un ferrailage et du mortier de béton.

CONTRAINTE : effort exercé sur un corps soit par une force extérieure ou une tension intérieure

CORDEAU DE TRAÇAGE : ficelle de longueur variable que l'on tend entre deux points pour tracer une ligne droite après l'avoir enduite de poudre colorante. diamètres d'au moins deux centimètres.

ECHAFAUDAGE : ouvrage provisoire en charpente, dressé pour travailler en hauteur. Il doit disposer d'une plate forme, d'un garde de corps et d'une plinthe devant offrir le maximum de garantie de sécurité au personnel situé dans l'environnement immédiat.

ENDUIT : couche de mortier appliquée sur un mur pour le consolider, le protéger et le décorer.

ETRIERS : Nom donné ici à l'élément de liaison des montants d'un châssis de poteau en fer à béton.

EVIDEMENT : opération qui consiste à extraire d'un produit, une partie de la matière qui la compose afin de créer un creux borgne ou débouchant.

EXCAVATION : trou de grande taille exécuté sur le sol à ciel ouvert de forme et de profondeur définie suivant usages

FERRAILLAGE : action de ferrailler - Ensemble des fers d'un ouvrage en béton armé - leur mise en place

FIL A PLOMB : outil composé d'une plaquette métallique coulissant le long d'une ficelle lestée par une masse métallique de forme tronc conique.

FIL DE FER D'ATTACHE : fil d'acier de très faible diamètre suffisamment souple utilisé pour attacher les différents points de contact d'une armature ou d'un treillis en fer à béton de diamètre variables

FOSSE SCEPTIQUE : creux plus ou moins large et profond dans le sol et non relié à un réseau destiné à la collecte de matières fécales d'une habitation

GAMATE : il peut également servir à la préparation d'un mortier de petite quantité

LATERITE : sol rougeâtre de la zone tropicale humide riche en hydroxyde de fer et d'alumine.

Le chaînage selon sa position dans la construction est appelé : chaînage de soubassement, de linteau ou de rasement.

LIMON : roche sédimentaire détritique continentale intermédiaire entre celles des sables et celles des argiles, constituant des sols

MARTEAU : outil de percussion formé d'une tête en acier dur trempé et d'un manche en bois

MORTIER : mélange constitué de sable, d'un liant (chaux) ou (ciment) éventuellement d'adjudants et d'eau, utilisé pour liasonner les éléments d'une construction

MOULAGE : action de verser, de disposer dans des moules des matières destinées à prendre la forme de l'empreinte.

NIVEAU DE MAÇON : instrument qui permet de vérifier l'horizontalité ou la verticalité d'une surface

PANS DE MUR : portion de mur pouvant être limitée par deux poteaux

PELLE : outil formé d'une plaque souvent incurvé et arrondi ajusté à un manche et servant notamment à creuser la terre, de déplacement de matériaux etc.

PICS : sorte de pioche légère à un ou deux extrémités ou pointes utilisées par les mineurs ou les terrassiers

PINCES UNIVERSELLES : outils à deux branches articulées dont les extrémités plates ou rondes servent à saisir, tenir quelque chose. Outil assurant plusieurs fonctions

PLANCHE : pièce de bois sciée nettement plus large qu'épaisse

REGLE DE SURFAÇAGE : planche de bois de section rectangulaire servant à racler sur un même niveau l'excédent de mortier. (Règle de maçon)

SERRE JOINTS : instrument pour assembler provisoirement entre eux différents éléments d'un ensemble.

TALOCHE : planchette dont une des faces est munie d'une poignée servant à étendre le plâtre ou le ciment sur un mur, un plafond

TAS METALLIQUE : support métallique de forte épaisseur présenté sur plusieurs formes que le chaudronnier applique derrière la tôle qu'il façonne par martelage

TENAILLES : outil composé de deux pièces croisées mobiles autour d'un axe et terminé par des mors que l'on peut rapprocher pour tenir ou serrer certains objets

TRONÇONS : fraction ou parties d'un châssis métallique de poteau

TRUELLE : outil de maçon pour étendre le mortier sur les joints et/ou pour faire des enduits de plâtre constitué généralement d'une lame d'acier large relié à une manche.